



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY PRO SOUČÁST "KOTOUČ SPOJKY"

SOLUTION TECHNOLOGY OF MANUFACTURING FOR PART "DISC OF COUPLER"

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

VÍT BOREK

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. KATEŘINA MOURALOVÁ

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2012/13

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Vít Borek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Návrh technologie výroby pro součást "kotouč spojky"**

v anglickém jazyce:

### **Solution technology of manufacturing for part "disc of coupler"**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod
2. Rozbor zadané součásti
3. Návrh polotovaru
4. Návrh technologie výroby
5. Ekonomické zhodnocení návrhu
6. Diskuse
7. Závěr

Cíle bakalářské práce:

Orientace ve výběru polotovaru, nástrojů a strojů vhodných ke zpracování nejlepší možné technologie výroby pro rotační součást.

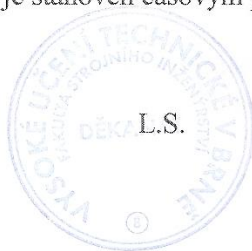
Seznam odborné literatury:


1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
3. HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
4. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2005. 272 s. ISBN 80-214-3068-0.

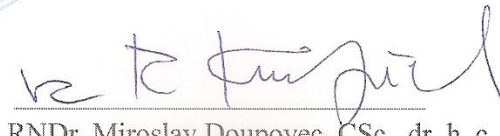
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Kateřina Mouralová

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 20.11.2012



  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

**ABSTRAKT**

Seznámení s hlavními principy spojek a popis základních druhů. Rozbor zadané součásti a návrh vhodného polotovaru. Volba strojů a nářadí k jednotlivým operacím. Sestavení technologického postupu výroby a výpočet strojních časů. Ekonomické vyhodnocení zahrnující náklady na nářadí, kooperace, mzdy dělníků, materiál a energie na provoz strojů.

**Klíčová slova**

Spojka, technologie, vyměnitelná břitová destička, polotovar, nástroj

**ABSTRACT**

An introduction to main principles of coupling and description of basic types has been done. An analysis of the given component and a proposal for suitable intermediate was made. A selection of machines and tools for individual operations has been done. A proposition of technologic process and enumeration of machines times was proposed. Economic evaluation containing costs for tools, cooperation, workmen's wages, intermediate and energy for operating machines has been calculated.

**Key words**

Coupling, technology, indexable insert, intermediate, tool

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

BOREK, Vít. *Návrh technologie výroby pro součást "kotouč spojky"*. Brno 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 46 s. a 5 příloh. Vedoucí práce Ing. Kateřina Mouralová.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh technologie výroby pro součást "kotouč spojky"** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

21. 2. 2013

---

Vít Borek

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Kateřině Mouralové a Rudolfu Keprtovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

## OBSAH

|  |    |
|--|----|
| ABSTRAKT .....   | 4  |
| PROHLÁŠENÍ.....  | 5  |
| PODĚKOVÁNÍ .....   | 6  |
| OBSAH.....   | 7  |
| ÚVOD.....  | 9  |
| 1 ROZBOR SOUČÁSTI.....                                     | 10 |
| 1.1 Hřídelové spojky.....                                  | 10 |
| 1.1.1 Mechanicky neovládané spojky.....                    | 10 |
| 1.1.2 Mechanicky ovládané spojky.....                      | 13 |
| 1.2 Specifikace součásti „kotouč spojky“.....              | 16 |
| 1.2.1 Funkčnost součásti.....                              | 17 |
| 1.2.2 Technologičnost konstrukce .....                     | 17 |
| 1.3 Technologie obrábění použité při výrobě součásti ..... | 18 |
| 1.4 Kooperace použité při výrobě součásti.....             | 19 |
| 2 NÁVRH POLOTOVARU .....                                   | 20 |
| 2.1 Materiál polotovaru.....                               | 20 |
| 2.2 Rozměry polotovaru .....                               | 20 |
| 2.3 Výpočet spotřeby materiálu .....                       | 21 |
| 2.3.1 Volba délky tyče .....                               | 21 |
| 2.3.2 Výpočet koeficientu využití materiálu.....           | 23 |
| 3 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY .....                           | 25 |
| 3.1 Stroje.....  | 25 |
| 3.2 Nástroje a měřidla .....                               | 27 |
| 3.3 Pracovní postup pro výrobu součásti .....              | 30 |
| 3.4 Operační návodky .....                                 | 32 |
| 4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....                              | 34 |
| 4.1 Náklady na materiál .....                              | 34 |
| 4.2 Náklady na kooperaci .....                             | 34 |
| 4.3 Náklady na nástroje a měřidla .....                    | 34 |
| 4.4 Náklady na provoz strojů.....                          | 37 |
| 4.5 Náklady na mzdy pracovníků .....                       | 37 |
| 4.6 Celkové náklady .....                                  | 39 |
| 5 DISKUSE.....   | 40 |
| ZÁVĚR .....  | 41 |

|  |    |
|--|----|
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....          | 42 |
| Seznam použitých symbolů a zkratk..... | 44 |
| SEZNAM PŘÍLOH.....                     | 46 |



## ÚVOD

Při výrobě jakékoliv součásti je důležité navrhnout správnou technologii výroby. Správně navržená technologie výroby či její vylepšování má hlavní podíl na snižování nákladů potřebných k vyrobení požadované série. Proto je žádoucí sestavit ideální sled operací, kde je využito strojů a nástrojů vhodných k výrobě co nejvíce výrobků při dosažení požadované jakosti za co nejmenší cenu.

Úkolem této práce je řešení a sestavení výrobního postupu součásti rotačního charakteru, konkrétně tedy kotouče spojky (obr. 1). Jedná se o sériovou výrobu.

Práce zahrnuje charakteristiku a význam spojek ve strojírenství. Součástí je i seznámení se základními druhy spojek a zařazení spojky, která obsahuje zadaný kotouč. Následuje rozbor a posouzení součásti z hlediska tvaru, rozměrů, tolerancí a přesnosti. Tento rozbor je důležitý pro sestavení seznamu nástrojů a při výběru strojů. Výběru nástrojů a strojů ještě předchází volba vhodných rozměrů polotovaru a jeho materiálu. Volba polotovaru má při sériové výrobě zásadní význam. Výpočet ztráty materiálu, při výrobě součásti z polotovaru, nám ukazuje procentuální využití materiálu. Návrh sledu operací a úkonů v technologickém postupu je důležitý vzhledem k času výroby součásti. Jako u každé výroby je třeba ekonomicky vyhodnotit výrobní proces vzhledem k nejdůležitějším odvětvím výroby.



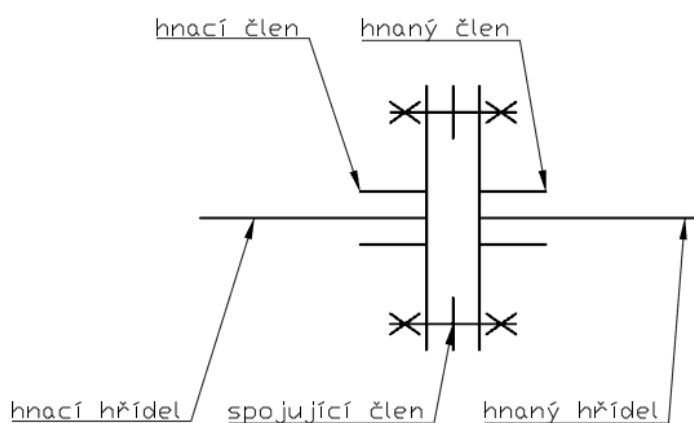
Obr. 1 Kotouč křížové spojky.

## 1 ROZBOR SOUČÁSTI

K přípravě výroby patří rozbor součásti. Je nezbytné znát princip a funkci spojky ve strojích či sestavách. Následuje rozbor zadaného kotouče spojky. Tvar, materiál, tolerance, funkčnost ploch a další informace jsou základem pro určení vhodného postupu realizace součásti.

### 1.1 Hřídelové spojky

Jedná se o montážní celky sloužící ke chvilkovému či stálému spojení hřídelů hnacího a hnaného. Schéma spojky (obr. 2) je kromě hnací a hnané části tvořeno ještě částí spojovací, která je tvořena součástmi (šrouby, pera, kolíky, pružiny) nebo také kapalinami. Spojením hřídelů dochází k přenosu krouticího momentu. Spojky mají ještě několik dalších významů ve strojírenství. Například mohou vyrovnávat montážní nepřesnosti, kdy osy hřídelů nejsou ve správném spojení, dále také slouží k hospodárnosti výměny poškozené části strojního celku. Tlumení rázů, ochrana stroje před přetížením jsou dalšími funkcemi hřídelových spojek<sup>25,27</sup>.



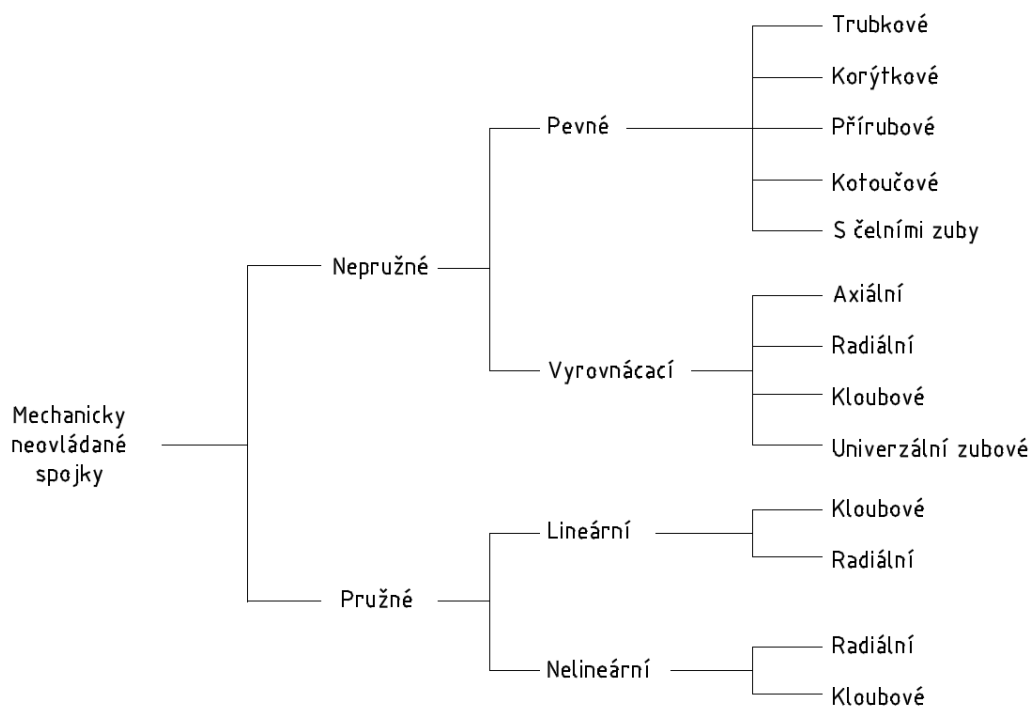
Obr. 2 Schéma spojky<sup>27</sup>.

Spojky lze rozdělovat dle způsobu přenesení krouticího momentu na skupiny:

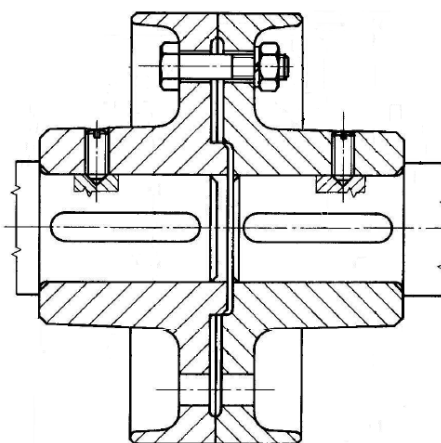
- mechanicky neovládané spojky,
- mechanicky ovládané spojky,
- hydraulické spojky,
- elektrické spojky,
- magnetické spojky.

#### 1.1.1 Mechanicky neovládané spojky

Tyto hřídelové spojky nelze za chodu ovládat a musí být během chodu na pevně spojeny. Krouticí moment se přenáší na hnaný hřídel tvarovým stykem anebo třením. Hlavními podskupinami u rozdělení těchto spojek (obr. 3) jsou spojky nepružné a pružné<sup>27</sup>.

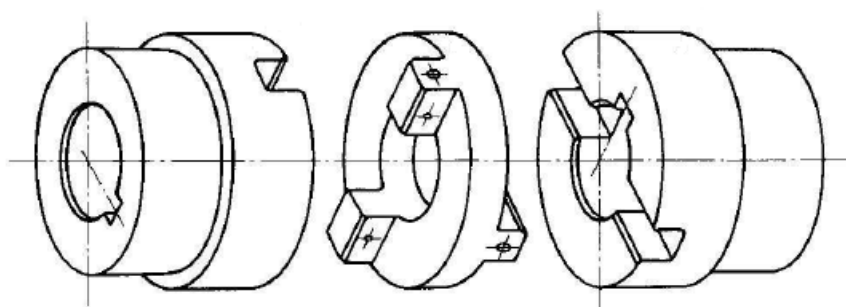
Obr. 3 Rozdělení mechanicky neovládaných spojek<sup>2</sup>.

Nepružné spojky, jak už název naznačuje, přenáší rotační pohyb nepružně. Tyto spojky jsou využívány pro přenesení malého nebo většího stálého točivého momentu. Všechny nerovnoměrnosti chodu a rázy jsou přenášeny z jednoho hřídele na druhý. U pevných spojek je žádoucí, aby osy hřídelů byly ve stejné ose. Nejpoužívanější pevnou spojkou je spojka kotoučová (obr. 4). Jedná se o poměrně jednoduchou konstrukci, u které do sebe zapadají dva kotouče. Ty se lisují, popř. klínují, na hnací a hnaný hřídel. Kotouče jsou k sobě pevně spojeny pomocí šroubů. Kotoučová spojka je hojně využívána, protože dokáže bezpečně přenést i velký krouticí moment při velkých otáčkách<sup>2,25</sup>.

Obr. 4 Kotoučová spojka<sup>2</sup>.

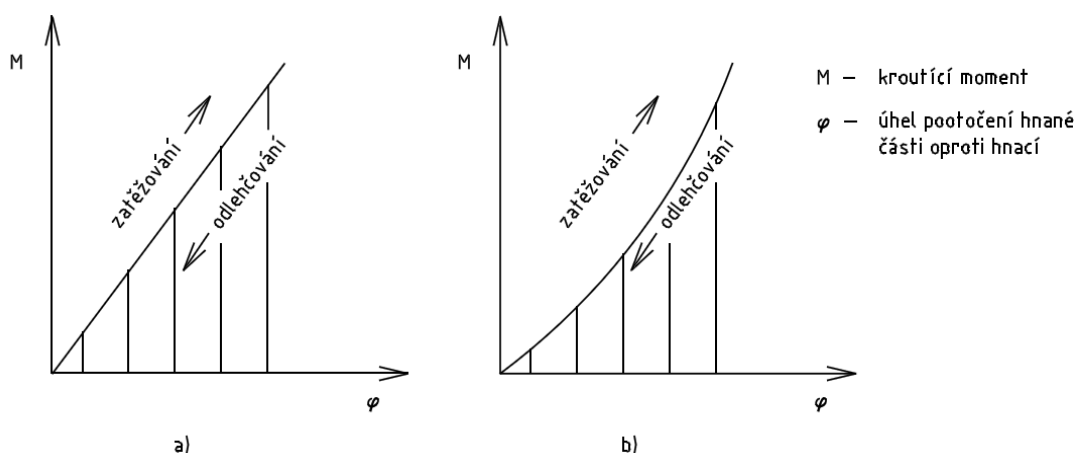
Vyrovnávací spojky mají schopnost, při nepružném přenosu točivého momentu, vyrovnávat osové nepřesnosti hřídelů. Těmi mohou být osová dilatace, přesazení

os, úhlová výchylka nebo kombinace předchozích nepřesností. Tyto nesrovnalosti mohou být zapříčiněny nepřesností výroby nebo ohřevem součástí. Jako příklad vyrovnávací spojky lze uvést spojku s křížovým kotoučem na obr. 5 (někdy také Oldhamova nebo křížová spojka). Spojka se skládá ze dvou stejných kotoučů a z prostředního křížového členu. Vyrovnává hřídelovou nesouosost, osy hřídelů by však měly být rovnoběžné. Tato spojka funguje na principu přenosu krouticího momentu pomocí tvarového styku, kdy prostřední člen, s výstupky přesazenými o  $90^\circ$ , zapadá do drážek hnacího i hnaného kotouče. Avšak lze použít i opačné spojení, kdy výstupky jsou na kotoučích a zapadají do drážek v střední křížové části. Pomocí tření se poté přenáší rotační pohyb<sup>2,27</sup>.



Obr. 5 Spojka s křížovým kotoučem<sup>2</sup>.

U pružných spojek je spojení zajištěno pomocí jednoho nebo více pružných článků. Materiálem spojujícího článku může být ocel, pryž, kůže nebo plast. Tyto spojky jsou hojně využívány z důvodu tlumení rázů ve strojním celku pomocí pružného členu. Další výhodou je, že spojka umožňuje mírnou nesouosost, úhlovou výchylku nebo pootočení obou částí spojky. Tzv. „charakteristika spojek“ (obr. 6) značí závislost krouticího momentu na pootočení dílů spojky proti sobě a je vyjádřena grafem. Podle tohoto grafu lze určit tuhost spojky, a také jestli se jedná o spojku lineární či nelineární. Názornou ukázkou pružné spojky je obručová spojka Periflex (obr. 7). Pryžový člen ve tvaru obruče je připevněn k oběma částem spojky pomocí šroubů. Tato spojka dovoluje úhlové odchýlení os hřídelů o 2 až  $6^\circ$ , výšku přesazení až 4 mm a posun v axiálním směru o 8 mm<sup>2,25,27</sup>.



Obr. 6 Charakteristiky spojek: a) lineární, b) nelineární<sup>27</sup>.

Obr. 7 Spojka Periflex od firmy Stromag<sup>26</sup>.

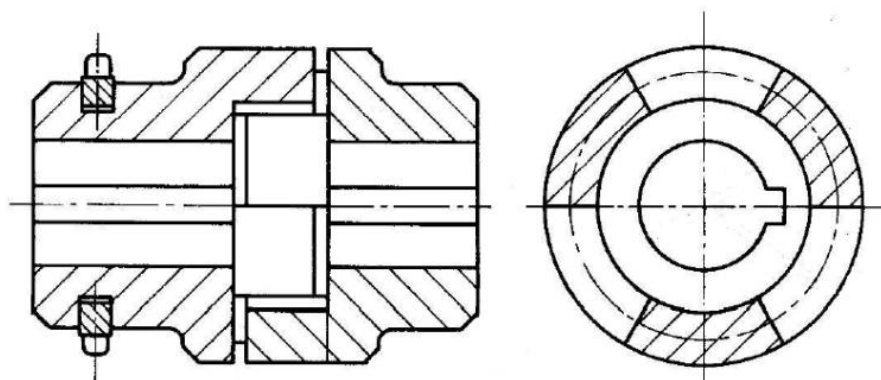
### 1.1.2 Mechanicky ovládané spojky

Tento strojní celek umožňuje spojení a rozpojení za klidu nebo za chodu stroje. Dá se tedy říct, že slouží pro stroje, kde je třeba dočasně přenosu krouticího momentu. Ovládání je zaručeno vnějším vlivem nebo samočinně. Tyto spojky mají široké spektrum využití. Ovládané spojky dělíme na čtyři hlavní podskupiny (obr. 8): spojky výsuvné, pojistné, rozběhové a volnoběžné<sup>25,27</sup>.

Obr. 8 Rozdělení mechanicky ovládaných spojek<sup>2</sup>.

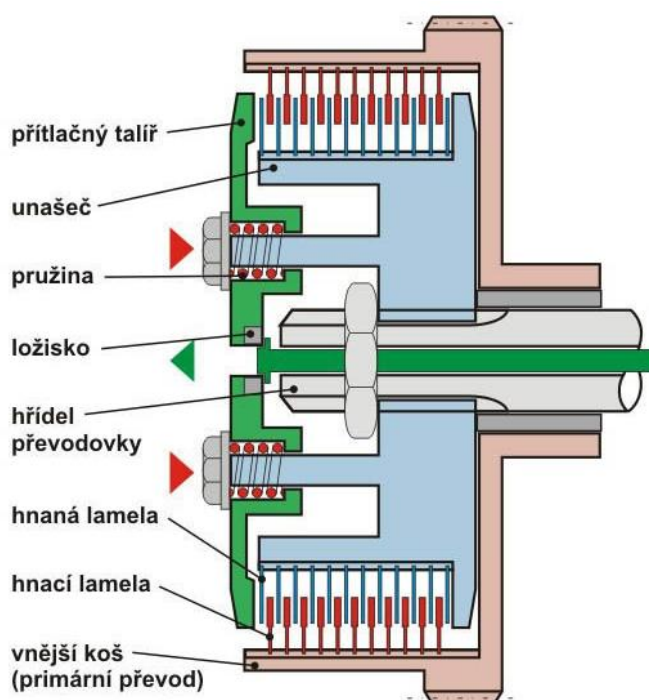
Výsuvné spojky lze dělit podle typu řazení na čtyři skupiny (viz. obr. 8). Těmi jsou výsuvné spojky řazené mechanicky, hydraulicky, pneumaticky a elektricky. Tyto skupiny se dělí ještě na podskupiny, které rozlišujeme podle způsobu přenosu krouticího momentu. Sem patří přenos tvarovým stykem nebo třením. U přenosu tvarovým stykem dochází k zasouvání jedné poloviny spojky do druhé za klidu. To umožňuje jedna pohyblivá polovina spojky. Představitelem tohoto druhu spojek je spojka zubová (obr. 9). Ozubení

může být na plochách čelních rovinných nebo na obvodových válcových. Další variantou je spojka, u které má jeden kotouč po obvodu vnější ozubení a její protikus má ozubení vnitřní. Zubové spojky, které mají zuby jednostranně zešikmené, se otáčejí pouze v jednom směru<sup>2</sup>.



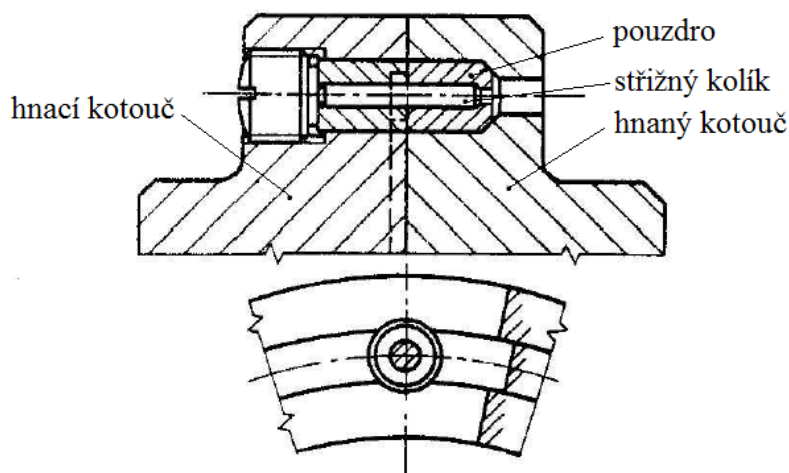
Obr. 9 Čelní zubová spojka<sup>2</sup>.

Pro spojky, kde je spojování kotoučů časté, se obvykle volí větší počet zubů. U spojek, kde je přenos zajištěn třením, je možno ovládat spojku i za chodu stroje. Tření způsobuje tlačení hnaného kotouče na hnací. Ty mezi sebou při rozběhu prokluzují a zajišťují tak plynulý záběr. Nevýhodou prokluzování je však opotřebování třecích ploch. Mezi třecí spojky patří i lamelová spojka (obr. 10), známá pro své hojné využití v motorismu. Na povrchu pláště této spojky jsou vytvořeny drážky, ve kterých se hnací kotouče (lamely), mohou volně posouvat. Hnané lamely jsou vloženy mezi hnací a jsou na ně přitlačovány a tím dochází ke tření a následnému přenosu točivého momentu<sup>23,27</sup>.



Obr. 10 Lamelová třecí spojka<sup>22</sup>.

Pojistné spojky využíváme k protekci strojních celků před přetížením a následným možným defektem některých součástí. Nežádoucí jsou i taková zatížení, u kterých dochází k pružným deformacím součástí a tím i narušení chodu stroje. Spojky nejsou schopny přenést příliš vysoký krouticí moment a hnací a hnaná část se začnou vzájemně protáčet. Po klesnutí momentu na únosnou mez se znova začne přenášet krouticí moment. U spojek s rozrušitelným členem je třeba vložit nový pojistný člen. Jako pojistný člen se používají střižné kolíky (obr. 11), které jsou namáhané na stříh. Kolíky se vyrábí z oceli, litiny, mědi, mosazi nebo plastů<sup>2</sup>.



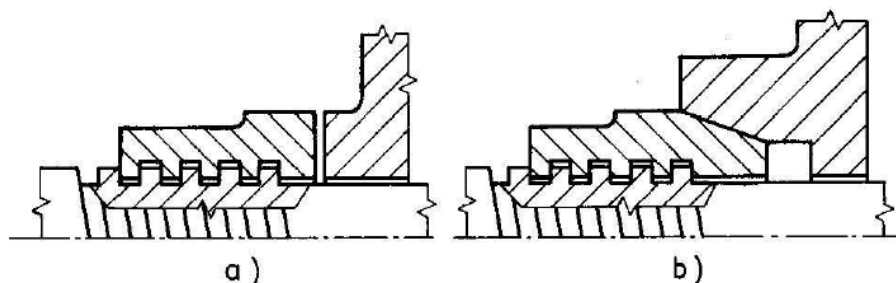
Obr. 11 Použití střižného kolíku<sup>2</sup>.

Rozběhové spojky se používají u takových strojních celků, kde je požadován plynulý rozběh hnané části. Využívané mohou taky být u strojů, u kterých je třeba, aby došlo k přenosu krouticího momentu, až při určitých otáčkách hnací části. Spojky se zapínají automaticky odstředivou silou, která tlačí spojkové segmenty na buben spojky a pomocí tření mezi těmito součástmi dochází k přenosu momentu. Mezi rozběhové spojky s neřízeným záběrem patří všechny, u kterých není bráněno třecím segmentům, aby přišly do styku s bubnem nebo kotoučem spojky. K přenosu momentu dochází tedy hned po rozběhu součástí. U spojek s záběrem řízeným pružinami (obr. 12) dochází ke zpoždění rozběhu. Třecí odstředivé členy jsou napojeny na předpjaté pružiny a dotknou se třecích ploch až tehdy, když odstředivá síla těchto prvků přemůže sílu pružin. Do té doby se hnací část rozbíhá bez zatížení. Rozběhové spojky najdou využití u malých motocyklů nebo řetězových pil<sup>2</sup>.

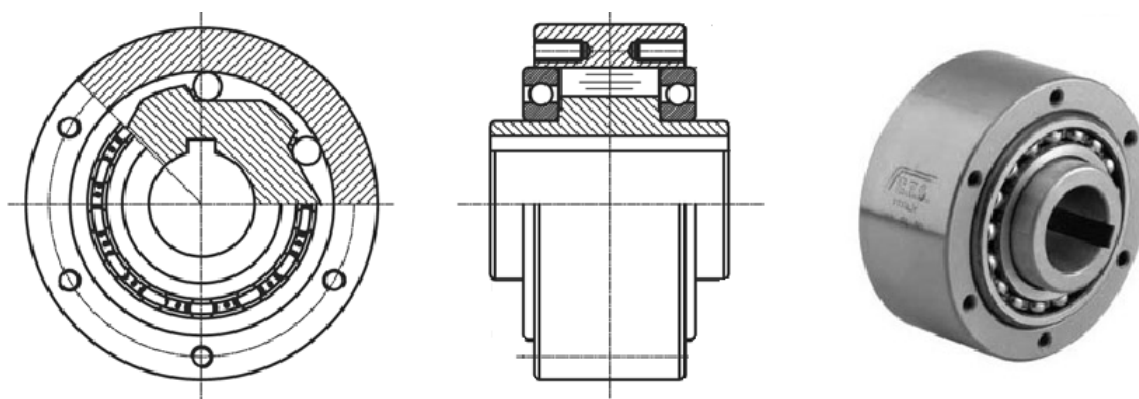


Obr. 12 Rozběhová spojka<sup>16</sup>.

Volnoběžné spojky umožňují spojení hnacího a hnaného hřídele v jednom směru otáčení. V momentě, kdy hnaná část začne předbíhat, se spojení automaticky přeruší. Když se hnací hřídel otáčí pomaleji, než hřídel hnaná, funguje jako brzda a to může vést k defektu hnacího stroje. Z hlediska konstrukce můžeme tyto spojky dělit na radiální a axiální. Axiální volnoběžná spojka má využití především u strojů s nízkým krouticím momentem. Hnací elementem je šroub s pohybovým závitem a maticí, která má čelní nebo kuželovou třecí plochu (obr. 13). Pokud se šroub otáčí v jednom směru, nastane posuv matice směrem k hnané části a dojde ke kontaktu třecích ploch. U radiálních volnoběžných spojek (obr. 14) je rozsah využití mnohem větší než u spojek axiálních. Tyto spojky mohou přenášet malý i větší točivý moment. Důležitým spojovacím členem jsou válečky, uložené ve vnitřní části volnoběhu. Používá se i metoda, kdy jsou válečky uloženy ve vnější části volnoběhu, tato metoda ale není užívaná často z důvodu obtížnější výroby. Hnací část těchto spojek může být jak vnitřní, tak i vnější<sup>2,23</sup>.



Obr. 13 Šroub s maticí s třecí plochou: a) čelní, b) kuželovou<sup>2</sup>.



Obr. 14 Volnoběžná radiální spojka od firmy Matis<sup>14</sup>.

## 1.2 Specifikace součástí „kotouč spojky“

Zadanou součástí je hnaný kotouč křížové radiální spojky, který je navržen pro menší otáčky a zatížení. Výkres součásti (příloha 1) je navržen s ohledem na pracovní podmínky součásti. Zahrnuje všechny informace žádoucí ke splnění funkce a co nejdelší životnosti kotouče.



### 1.2.1 Funkčnost součásti

Jedná se o rotační součást s funkčním průchozím nábojem, kde je třeba dbát na drsnost povrchu. V náboji je drážka pro pero o šířce 8P9. Polohu tohoto pera, tedy i hnaného hřídele, zajišťuje šroub, který se našroubuje do závitové díry M4-6H. Drážka pro pero byla navržena podle normy ČSN 02 2507. U vnější funkční plochy je důležité obrobít plochu na danou drsnost. Na čelní ploše součásti je drážka, která zaručuje tvarový styk s prostředním členem sestavy a na jejích plochách bude vznikat smykové tření. U drážky je tedy kladen důraz na její šířku, drsnost povrchu a zamezení opotřebení jejích ploch dalšími povrchovými úpravami.

### 1.2.2 Technologičnost konstrukce

Technologičnost konstrukce myslíme souhrn technických a ekonomických vlastností, které musí splnit požadavky na funkci, spolehlivost a životnost výrobku. Tyto všechny aspekty je třeba respektovat nejúspornější možnou metodou.

Technologičnost součásti vychází z těchto kritérií:

- tvar součásti je třeba řešit s ohledem na postup výroby,
- volený materiál musí být ideální pro zaručení maximální životnosti součásti,
- plochy určené k obrábění by měly být navrženy tak, aby nebylo zapotřebí speciálních technologií,
- konstrukce má být řešena s ohledem použití vhodných ploch jako základen,
- součást by měla být řešena pro využití co nejvíce normalizovaných dílů,
- přesnost a drsnost by se neměly volit větší, než je nutné pro zajištění funkce výrobku,
- součást má mít co nejmenší obrobené plochy,
- čím větší je sériovost výroby, tím je třeba klást větší důraz na jednoduchost montáže<sup>32</sup>.

Požadovaná série výroby je 1 000 vyrobených součástí. Jedná se tedy o výrobu o menší sérii. Kotouč spojky nemá žádné tvarově složité plochy a je tedy možné tuto součást vyrobit pomocí dostupných technologií. Nejnížší hodnotou přesnosti na výkresu je IT 7, jedná se o plochu, do které bude nasazen hnaný hřídel. Tuto přesnost zajistíme pomocí technologie vystružování (tab. 1). Netolerované rozměry jsou stanoveny podle norem ISO 8015, ISO 2768mK.

Nejnižší hodnotou drsnosti na zadané součásti je  $R_a = 0,8$ . Tuto hodnotu řešíme u ploch drážky na čele součásti a docílíme jí pomocí broušení. Další plochou, kde je kladen důraz na drsnost  $R_a = 1,6$  je otvor, do kterého bude zasunut hnaný hřídel spojky. Vytvoření této plochy s patřičnou drsností bude realizováno pomocí technologie vystružování.

Tab. 1 Dosahované parametry přesnosti obrobených ploch danými technologiemi<sup>10</sup>.

| Metoda obrábění               |                           | Přesnost rozměrů IT |          | Drsnost plochy Ra [μm] |             |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------|----------|------------------------|-------------|
|                               |                           | Střední             | Rozsah   | Střední                | Rozsah      |
| <b>Vnější rotační plochy</b>  | <i>Soustružení</i>        |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 13                  | 11 až 14 | 25                     | 12,5 až 50  |
|                               | dokončování               | 10                  | 9 až 11  | 3,2                    | 1,6 až 12,5 |
|                               | <i>Broušení</i>           |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 10                  | 9 až 11  | 1,6                    | 0,8 až 3,2  |
|                               | dokončování               | 5                   | 5 až 6   | 0,4                    | 0,2 až 0,8  |
| <b>Vnitřní rotační plochy</b> | <i>Soustružení</i>        |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 12                  | 11 až 13 | 25                     | 12,5 až 50  |
|                               | dokončování               | 10                  | 9 až 12  | 3,2                    | 1,6 až 12,5 |
|                               | Vyhrubování               | 9                   | 9 až 11  | 3,2                    | 1,6 až 3,2  |
|                               | Vystružování              | 8                   | 7 až 9   | 1,6                    | 0,8 až 3,2  |
|                               | <i>Vnitřní broušení</i>   |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 9                   | 9 až 11  | 1,6                    | 1,6 až 3,2  |
|                               | dokončování               | 7                   | 5 až 7   | 0,8                    | 0,4 až 1,6  |
| <b>Rovinné plochy</b>         | <i>Frézování</i>          |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování válc. frézou    | 12                  | 10 až 13 | 25                     | 12,5 až 50  |
|                               | dokončování válc. frézou  | 10                  | 9 až 11  | 3,2                    | 1,6 až 6,3  |
|                               | <i>Hoblování/Obrážení</i> |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 12                  | 12 až 13 | 50                     | 25 až 100   |
|                               | dokončování               | 10                  | 9 až 11  | 6,3                    | 3,2 až 12,5 |
|                               | <i>Broušení</i>           |                     |          |                        |             |
|                               | hrubování                 | 10                  | 9 až 11  | 1,6                    | 1,6 až 3,2  |
|                               | dokončování               | 7                   | 5 až 7   | 0,8                    | 0,4 až 1,6  |

### 1.3 Technologie obrábění použité při výrobě součástí

**Řezání** – je nejpoužívanějším způsobem dělení tyčového materiálu. Ten se dělí na požadovanou délku polotovaru s daným přídatkem na obrábění.

**Soustružení** – jedná se o nejpoužívanější metodu obrábění. Je to technologie využitelná pro vyrobení součástí rotačního charakteru. Nástroje se používají převážně jednobřité. Soustružit můžeme vnější a vnitřní válcové, kuželové i tvarové plochy, rovinné čelní plochy a zápichy. Na soustruzích také lze vykonat i další technologie jako je vrtání, vyvrtávání, vystružování, řezání závitů, vroubkování, válečkování, hlazení, leštění a další. Hlavní, tedy rotační pohyb koná obrobek. Přímocarář posuvový pohyb koná nástroj<sup>5,10</sup>.

**Obrážení** – je využíváno pro obrobení rovinných ploch jednobřitým nástrojem. Hlavní, přímocarář pohyb je vykonáván nástrojem. Při jeho vstupu do obrobku dochází k nárazům. Jako hlavní metody lze uvést svislé obrážení a vodorovné obrážení<sup>10</sup>.

**Frézování** – při této technologii je materiál obrobku odebírán břity rotujícího nástroje. Posuvový pohyb koná častěji obrobek. U moderních strojů lze už ale nastavit posuvové pohyby ve všech směrech. Jako dvě základní metody se označují frézování čelní a válcové. Frézování se může lišit ve smyslu rotace nástroje vzhledem k obrobku (sousledné, nesousledné)<sup>10</sup>.

**Broušení** – je abrazivní metoda obrábění používaná pro součásti, kde je žádoucí dosáhnout vysoké přesnosti ploch a jakosti povrchu. Dá se říci, že broušení je nejpoužívanější dokončovací metodou ve strojírenské praxi. Tvary nástrojů a jejich materiál mají mnoho variant. Brousicí kotouče jsou tvořeny zrnny. Technologie broušení je rozsáhlý pojem a má mnoho různých metod<sup>10</sup>.

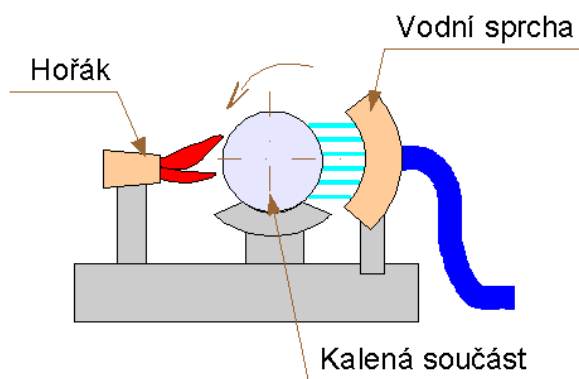
**Vrtání, vyhrubování, vystružování** – tyto metody jsou využívány pro obrábění válcových děr. Parametry díry jsou ovlivněny rozměry a vlastnostmi nástroje, které mají většinou dva a více břitů. Hlavní a posuvový pohyb koná nástroj. Vyhrubování a vystružování se pak využívá pro díry s většími požadavky na přesnost<sup>10</sup>.

#### 1.4 Kooperace použité při výrobě součásti

Kooperacemi jsou myšleny operace z technologického postupu, které jsou prováděny externě u jiného dodavatele.

**Povrchové kalení** - tato metoda se uplatňuje u strojních součástí, u kterých je zapotřebí, aby odolávali opotřebení a byly houževnaté. Daným způsobem se povrch součásti zakalí, tím vznikne tvrdá vrstva na povrchu a jádro zůstane houževnaté. Kalení probíhá prudkým ohřevem do požadované hloubky (obvykle 2 až 3 mm) a následuje zakalení, při kterém vzniká martenzitická struktura. Nejpoužívanějšími metodami povrchového kalení jsou indukční kalení a kalení plamenem.

Pro řešenou součást bude povrchové kalení provedeno plamenem. U této metody se pro ohřev využívá acetylen-kyslíkových hořáků. Jelikož je teplo rychle odváděno do jádra, musí následovat neprodleně ochlazení sprchou (obr. 15) nebo v lázni<sup>29</sup>.



Obr. 15 Schéma povrchového kalení plamenem<sup>25</sup>.

## 2 NÁVRH POLOTOVARU

Polotovary může být buď normalizovaný, nebo nenormalizovaný. Mezi normalizované polotovary patří tyče, dráty, plechy, trubky a další tyče různých profilů určené normou. Jako nenormalizované polotovary určujeme např. výkovky, odlitky, svařence, výlisky. Zvolený polotovary je třeba vybrat s ohledem na ekonomickou stránku. Důraz je kladen na co nejmenší spotřebu materiálu<sup>13</sup>.

Pro tento postup výroby byl zvolen typ polotovaru přířez.

### 2.1 Materiál polotovaru

Pro polotovary byl zvolen materiál 12 050.1. Jedná se o konstrukční nelegovanou ocel k zušlechťování. Materiál normalizačním žháním získává požadované vlastnosti (tab. 3) Ocel je vhodná pro povrchové kalení indukční nebo plamenem. Tento materiál se využívá zejména pro čepy, šrouby, ojnice, ozubená kola, klikové hřídele nebo spojky. Svařitelnost této oceli je díky chemickému složení (tab. 2) velmi obtížná. Označení 12 050.1 odpovídá značení oceli podle normy ČSN 42 0002:78. Dále se tento materiál označuje jako C45E+N podle normy ČSN EN 10027 nebo bývá označen jako 1.1191 podle ČSN EN 10027-2:95<sup>27</sup>.

Tab. 2 Chemická složení oceli 12 050 v hmotnostních procentech<sup>31</sup>.

| C        | Mn      | Si        | Cr        | Ni       | Cu       | P        | S        |
|----------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 0,42÷0,5 | 0,5÷0,8 | 0,17÷0,37 | max. 0,25 | max. 0,3 | max. 0,3 | max. 0,4 | max. 0,4 |

Normalizační žháním probíhá při teplotách 840 až 870 °C a ochlazuje se na vzduchu.

Tab. 3 Mechanické vlastnosti oceli 12 050 po normalizačním žháním<sup>1</sup>.

| Průměr polotovaru          | R <sub>e min</sub> [MPa] | R <sub>m min</sub> [MPa] | A <sub>min</sub> [%] |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| D <sub>p</sub> ≤ 16        | 340                      | 620                      | 14                   |
| 16 < D <sub>p</sub> ≤ 100  | 305                      | 580                      | 16                   |
| 100 < D <sub>p</sub> ≤ 250 | 275                      | 560                      | 16                   |

Zjištěna byla i hodnota obrobiteľnosti pro tento materiál, která se označuje jako 13b.

### 2.2 Rozměry polotovaru

Pro získání požadovaného tvaru a jakosti součásti, při dodržení výrobní tolerance, je třeba zvolit polotovary, který má dostatečné přídavky materiálu na obrábění. Zvolené přídavky mají vliv na ekonomii výroby vzhledem ke ztrátám materiálu. Při větší sériovosti výroby se volí přídavky menší než u kusové nebo malosériové výroby<sup>32</sup>.

Abychom mohli stanovit rozměry polotovaru, je třeba znát přídavek na délku a přídavek materiálu na průměr obrobku.

#### Přídavek na délku obrobku:

Tento rozměr je většinou volen dle zkušeností konstruktéra. Je potřeba brát ohled na možnou nepřesnost řezu při dělení tyče. Jako dostatečný přídavek na dělení byla zvolena délka přídavku Δl=3 mm.

#### Délka polotovaru:

$$L_p = L_o + \Delta l \quad (1)$$

kde: L<sub>p</sub>[mm] - délka polotovaru,  
L<sub>o</sub> [mm] - délka obrobku,

$\Delta l$  [mm] - přídavek na délku obrobku.

$$L_p = 70 + 3 = 73 \text{ mm}$$

**Přídavek na průměr obrobku:**

$$\Delta d = 0,05 \cdot D_o + 2 \quad (2)$$

kde:  $\Delta d$  [mm] - přídavek na průměr obrobku,  
 $D$  [mm] - průměr obrobku.

$$\Delta d = 0,05 \cdot 66 + 2 = 5,3 \text{ mm}$$

**Průměr polotovaru:**

$$D_p = D_o + \Delta d \quad (3)$$

kde:  $D_p$  [mm] - průměr polotovaru,  
 $D_o$  [mm] - průměr obrobku,  
 $\Delta d$  [mm] - přídavek na průměr obrobku.

$$D_p = 66 + 5,3 = 71,3 \text{ mm}$$

Tento vypočtený průměr tyčí není v nabídce firmy Feron, a.s. pro materiál 12 050.1. Jako průměr polotovaru byl tedy zvolen nejbližší nižší normovaný průměr tyče nabízený zmíněnou firmou.

Výchozím polotovarem byla zvolena kruhová ocelová tyč válcovaná za tepla o průměru 70 mm dle normy ČSN EN 10060. Mezní úchylka při normální přesnosti je  $\pm 1$  mm. Přídavek na obrábění lze označit jako dostatečný. Tyče budou děleny na délku polotovaru 73 mm. Polotovarem je tedy tyč kruhová Ø 70-73 ČSN EN 10060.

### 2.3 Výpočet spotřeby materiálu

Tento výpočet je velmi důležitý při posouzení ekonomičnosti výroby. Při postupu výroby, kdy se z daného polotovaru snažíme vyrobít finální obrobek, vznikají ztráty při dělení materiálu, obrábění součásti a z nevyužitého konce tyče<sup>9</sup>.

#### 2.3.1 Volba délky tyče

Je třeba zvolit vhodnou délku tyče o průměru Ø 70 ČSN EN 10060 – 12 050.1. Tyče jsou dodávány v délkách 3,6 a 9 metrů.

**Výpočet pro tyč o délce 3 metry pro výrobní sérii 1 000 ks:**

**Počet polotovarů z jedné tyče:**

$$N_p = \frac{L_t}{L_p + t} \quad (4)$$

kde:  $N_p$  [ks] - počet polotovarů z jedné tyče,  
 $L_t$  [mm] - délka tyče,  
 $L_p$  [mm] - délka polotovaru,  
 $t$  [mm] - šířka prořezu pilovým pásem.

$$N_p = \frac{3000}{73 + 0,9} = 40,6 \doteq 40 \text{ ks}$$

**Potřebný počet tyčí:**

$$N_t = \frac{N}{N_p} \quad (5)$$

kde:  $N_t$  [ks] - počet tyčí pro sérii,  
 $N$  [ks] - výrobní série,  
 $N_p$  [mm] - počet polotovarů z jedné tyče.

$$N_t = \frac{1000}{40} = 25 \text{ ks}$$

**Hmotnost tyčí:**

$$H = (N_t \cdot L_t) \cdot m \quad (6)$$

kde:  $H$  [kg] - hmotnost tyčí pro sérii,  
 $N_t$  [ks] - potřebný počet tyčí,  
 $L_t$  [m] - délka tyče,  
 $m$  [kg] - hmotnost metr dlouhé tyče o  $\varnothing 70$  ČSN EN 10060 – 12 050.1.  
 Zjištěno z katalogu firmy Feron a.s.<sup>4</sup>.

$$H = (25 \cdot 3) \cdot 30,2 = 2\,265 \text{ kg}$$

**Cena tyčí:**

$$E = H \cdot B \quad (7)$$

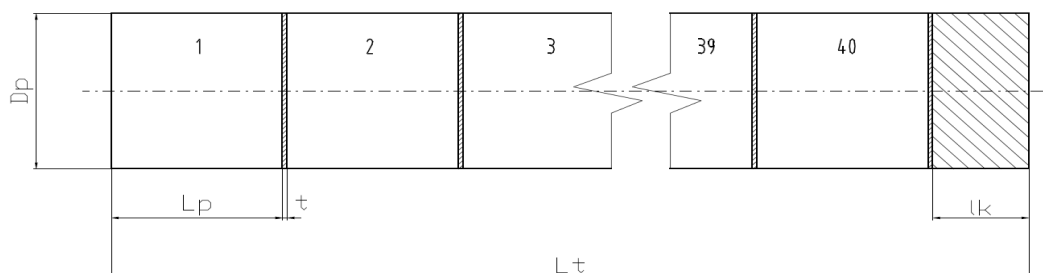
kde:  $E$  [Kč] - cena tyčí pro sérii,  
 $H$  [kg] - hmotnost tyčí pro sérii,  
 $B$  [Kč] - cena oceli za kilogram (z katalogu firmy Feron a.s. k 15. 3. 2013)<sup>4</sup>.

$$E = 2\,265 \cdot 29,48 = 66\,772 \text{ Kč}$$

Tab. 4 Porovnání tyčí různých délek z hlediska ekonomičnosti pro sérii 1 000 ks.

| Délka tyče<br>[mm] | Počet kusů<br>z jedné tyče [ks] | Počet tyčí<br>[ks] | Hmotnost tyčí<br>[kg] | Cena<br>[Kč] |
|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| 3 000              | 40                              | 25                 | 2 265                 | 66 772       |
| 6 000              | 81                              | 13                 | 2 355,6               | 69 433       |
| 9 000              | 121                             | 9                  | 2 446,2               | 72 114       |

Z tabulky 4 lze vyhodnotit, že po finanční stránce je nejvýhodnější varianta s objednáním tyčí o délce 3 metry. Tato varianta je také výhodná z hlediska snadnější dopravy a skladnosti tyčí. Na obrázku 16 je naznačeno schéma dělení tyče.



Obr. 16 Schéma dělení tyče<sup>9</sup>.

### 2.3.2 Výpočet koeficientu využití materiálu

S pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2013 byly vypočítány hodnoty hmotnost polotovaru ( $Q_p = 2,205 \text{ kg}$ ) a hmotnost hotové součásti ( $Q_s = 0,723 \text{ kg}$ ).

#### Norma spotřeby materiálu na kus:

$$N_m = Q_s + q_k + q_o + q_d \quad (8)$$

kde:  $N_m$  [kg] - norma spotřeby materiálu,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost hotové součásti,  
 $q_k$  [kg] - ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče,  
 $q_o$  [kg] - ztráta materiálu při obrábění,  
 $q_d$  [kg] - ztráta materiálu při dělení tyče.

$$N_m = 0,723 + 0 + 1,482 + 0,027 = 2,232 \text{ kg}$$

#### Délka nevyužitého konce tyče:

$$l_k = L_t - N_p \cdot (L_p + t) \quad (9)$$

kde:  $l_k$  [mm] - délka nevyužitého konce tyče,  
 $L_t$  [mm] - délka tyče,  
 $N_p$  [ks] - počet polotovarů z jedné tyče,  
 $L_p$  [mm] - délka polotovaru,  
 $t$  [mm] - šířka prořezu.

$$l_k = 3000 - 40 \cdot (73 + 0,9) = 44 \text{ mm}$$

Délka konce tyče je menší než délka polotovaru pro výrobu kotouče spojky. Přesto nebude tato hodnota započtena do celkových ztrát materiálu. Odřezky o délce 44 mm budou uskladněny pro jejich další možné využití v jiných montážích. Hodnota ztráty materiálu z konce tyče  $q_k$  je tedy rovna nule a tím bude zvýšena produktivita výroby.

#### Ztráta materiálu vzniklá obráběním:

$$q_o = Q_p - Q_s \quad (10)$$

kde:  $q_o$  [kg] - ztráta materiálu vzniklá obráběním,  
 $Q_p$  [kg] - hmotnost polotovaru,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost hotové součásti.

$$q_o = 2,205 - 0,723 = 1,482 \text{ kg}$$

#### Ztráta materiálu vzniklá dělením:

$$q_d = \frac{\pi \cdot D_p^2 \cdot t}{4} \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad (11)$$

kde:  $q_d$  [kg] - ztráta materiálu vzniklá dělením,  
 $D_p$  [mm] - průměr polotovaru,  
 $t$  [mm] - šířka prořezu,  
 $\rho$  [kg·dm<sup>-3</sup>] - hustota oceli.

$$q_d = \frac{\pi \cdot 70^2 \cdot 0,9}{4} \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,027 \text{ kg}$$

**Celková ztráta materiálu:**

$$z_m = q_k + q_o + q_d \quad (12)$$

kde:  $z_m$  [kg] - celková ztráta materiálu,  
 $q_k$  [kg] - ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče,  
 $q_o$  [kg] - ztráta materiálu při obrábění,  
 $q_d$  [kg] - ztráta materiálu při dělení tyče.

$$z_m = 0 + 1,482 + 0,027 = 1,509 \text{ kg}$$

**Koeficient využití materiálu:**

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} \quad (13)$$

kde:  $k_m$  [-] - koeficient využití materiálu,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost hotové součásti,  
 $N_m$  [kg] - norma spotřeby materiálu.

$$k_m = \frac{0,723}{2,232} = 0,324$$

Koeficient využití materiálu by měl pro větší série dosahovat mezí 0,4 až 0,8. Vypočtená hodnota  $k_m = 0,324$  se nenachází v příslušných mezích. Je tomu tak díky velké spotřebě materiálu při obrábění. Výhodnou variantou se jeví změna charakteru polotovaru z přířezu na výkovek. Požadovaná série je ale poměrně malá a náklady na zakoupení výkovek by byly pravděpodobně větší.



### 3 NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY

Technologický postup je základní dokument, určující potřebné podmínky potřebné pro zhotovení součásti. Jedná se o část výrobního postupu, která obsahuje činnost strojů a nástrojů, potřebných k tvorbě výrobku. Postup musí být stručně a jasně sestaven a měl by obsahovat:

- výrobní prostředky (stroje, nástroje, měřidla a jiné pomůcky),
- sled operací,
- sériovost výroby,
- technologické podmínky,
- jednotlivé operační rozměry,
- finanční ohodnocení za odvedenou práci,
- strojní časy pro jednotlivé operace<sup>9,11</sup>.

#### 3.1 Stroje

Výrobní stroje je třeba zvolit jak podle technologických vlastností stroje, tak podle ekonomického hlediska. Parametry strojů jsou uvedeny v příloze 3.

**Pásová pila ARG200** – při vybírání stroje pro dělení materiálu jsou nejdůležitějšími aspekty pracovní výkon, cena a maximální možný průměr tyče na dělení. Z tohoto hlediska je nejvýhodnější variantou pásová pila ARG200 (obr. 17) od firmy Pilous.

K této pile je třeba zakoupit podávací zařízení. Tím byl zvolen válečkový dopravník M 200. Jedná se o standardní válečkový dopravník o délce 3 m běžně používaný v kombinaci s pásovými pilami ARG130 a ARG200.



Obr. 17 Pásová pila ARG200<sup>18</sup>.

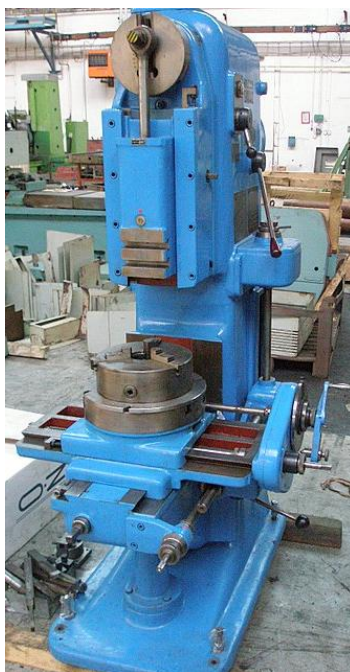
**Soustruh SN32** – pro soustružnické operace byl zvolen soustruh SN32 (obr. 18). Tento stroj je určen hlavně pro výrobu hřídelových a přírubových součástí. Soustruh tohoto typu je určen pro kusovou výrobu nebo střední série. Jde o univerzální stroj, který je jednoduše ovladatelný. Stroj SN32 poskytuje dostatečné řezné podmínky pro obrábění všech běžně používaných materiálů. Velké vrtání vřetene zdůrazňuje tuhost konstrukce a umožňuje obrábět součásti upnuté mezi hroty až do hmotnosti 130 kg, což u této velikosti soustruhů

nebývá běžné. Se seřazením výměnných kol lze řezat veškeré druhy závitů: metrické, palcové a modulové<sup>28</sup>.



Obr. 18 Hrotový soustruh SN32<sup>28</sup>.

**Obrážkač HOV16** – pro operaci, ve které je zapotřebí zhotovit drážku pro pero, byl zvolen stroj HOV16 (obr. 19). Jedná se o svislou obrážku určenou pro obrážení obrobků rotačního i hranolovitého tvaru. Tento stroj najde uplatnění v kusové nebo střední výrobě. Důležitým parametrem při vybírání tohoto stroje byla obrážecí výška, která splňuje podmínky pro danou operaci<sup>24</sup>.



Obr. 19 Svislá obrážkač HOV16<sup>24</sup>.

**Frézka FGV32** – konzolová, vertikální frézka, jejímiž hlavními vlastnostmi jsou velká robustnost, spolehlivost a velký řezný výkon. Frézka FGV32 (obr. 20) je vhodná jak pro kusovou, tak i pro sériovou výrobu. Tento stroj slouží pro celou řadu operací. Tuhost stojanu a geometrická přesnost zajišťují vysokou kvalitu povrchu i při obrábění nástroji

ze slinutých karbidů. Stroj má široký rozsah posuvů a otáček. Vřetenová hlava s vertikálním vřetenem a výsunem pinoly dovoluje vrtání i u šikmých otvorů<sup>7</sup>.



Obr. 20 Konzolová frézka FGV32<sup>12</sup>.

**Bruska BPH320A** – jedná se o rovinnou vodorovnou brusku s příčným i podélným posuvem stolu. Bruska BPH320A (obr. 21) je určena pro broušení rovinných nebo profilových rovinných ploch obrobků. Obrobky je možno upínat na elektromagnetickou desku, která je umístěná na pracovním stole. Tento stroj se používá v kusové, malosériové nebo středně sériové výrobě. Rychlost a posuv stolu je možné plynule měnit<sup>21</sup>.



Obr. 21 Rovinná bruska BPH320A<sup>21</sup>.

### 3.2 Nástroje a měřidla

Pro zakoupení nástrojů k soustružení a frézování byl vybrán dodavatel Pramet Tools, s.r.o., od kterého byly použity katalogy pro soustružení a frézování<sup>19,20</sup>. Pro vrtací operace byly navrženy nástroje od společnosti BOS HK a.s.<sup>3</sup>. Pro dělení materiálu byl zvolen pilový pás od firmy ECOCUT<sup>6</sup>. Obrážecí nůž a držák obrážecího nože byly vybrány od výrobce Strojírny Poldi Kladno<sup>15</sup>. Brousící kotouč byl vybrán z katalogu firmy Tyrolit<sup>30</sup>.

Pro přehlednost byly sepsány listy nástrojů, pro jednotlivé operace (tab. 5-11). Všechny nástroje jsou seřazeny podle sledu pracovního postupu (tab. 12). Obrazové zdokumentování a doporučené strojní podmínky nástrojů jsou uvedeny v příloze 4. Povlakované materiály břitových destiček jsou detailně rozebrány v příloze 5.

Tab. 5 List nástrojů pro operaci 01/01.

| ČÍSLO | NÁSTROJ                          | VBD | VÝROBCE | POPIS  |
|-------|----------------------------------|-----|---------|--|
| N1    | Pilový pás<br>2490x20x0,9 M42 4z | -   | ECOCUT  | Jedná se o bimetalický pilový pás s velkou životností. Je přímo určen pro námi zvolený stroj ARG200. Je to univerzální pás, který je vhodný pro dělení profilů do průměru 100mm. |

Tab. 6 List nástrojů pro operaci 03/03.

| ČÍSLO | NÁSTROJ                               | VBD   | VÝROBCE         | POPIS  |
|-------|---------------------------------------|---|-----------------|--|
| N2,N3 | Soustružnický nůž<br>DCLNR 20/20 K 12 | CNMG<br>120408 E-FM<br>a<br>CNMG<br>120408 E-RM | Pramet<br>Tools | Nástroj má ideální rozměry pro upnutí do suportu soustruhu. Nůž s negativní geometrií, který je vhodný pro vnější soustružení. Destičky byly zvoleny z doporučených typů ke zvolenému nástroji. Byla zvolena destička z materiálu 9230, která je vhodná i pro polohrubování a soustružení na čisto. Destička s utvářečem RM je určena pro hrubovací práce. |
| N4    | Středící vrták A4<br>ČSN 22 1110      | -   | BOS HK          | Klasický středící vrták tvaru A bez pojistného kužele, sloužící k navrtáním středícího otvoru pod úhlem 60°.   |
| N5    | Vrták 20x205<br>ČSN 22 1121           | -   | BOS HK          | Šroubovitý vrták s válcovou stopkou z rychlořezné oceli. Jedná se o stabilní vrták s dlouhou trvanlivostí břitů. Vhodný pro běžné vrtání do kovu.  |
| N6    | Výhrubník 23,7x281<br>ČSN 22 1482     | -   | BOS HK          | Šroubovitý výhrubník s třemi břity a s kuželovou stopkou MORSE. Materiál nástroje je rychlořezná ocel. Slouží k opracování předvrtaných otvorů. Tříbřité provedení zajišťuje přesnou kruhovitost.  |
| N7    | Výstružník 24x268<br>ČSN 22 1431      | -   | BOS HK          | Výstružník strojní se zuby ve šroubovici a s kuželovou stopkou MORSE. Materiál nástroje je rychlořezná ocel. Slouží k přesnému vystružení vyhrubovaného otvoru.  |
| N8    | Soustružnický nůž<br>S25T-CSKPR 12    | SPMR<br>120308E-48                              | Pramet<br>Tools | Nástroj má ideální rozměry pro upnutí do suportu soustruhu. Nůž s pozitivní geometrií, který je vhodný pro vnitřní soustružení. Byla zvolena destička z materiálu 9230, která je vhodná i pro hrubování či polohrubování.  |

Tab. 7 List nástrojů pro operaci 04/04.

| ČÍSLO     | NÁSTROJ                               | VBD                 | VÝROBCE         | POPIS   |
|-----------|---------------------------------------|---------------------|-----------------|---|
| <b>N2</b> | Soustružnický nůž<br>DCLNR 20/20 K 12 | CNMG<br>120408 E-FM | Pramet<br>Tools | Viz Tab. 3.2  |
| <b>N9</b> | Soustružnický nůž<br>DDJNR 20/20 K11  | DNMG<br>110404 E-FF | Pramet<br>Tools | Nástroj má ideální rozměry pro upnutí do suportu soustruhu. Nůž s negativní geometrií, který je vhodný pro vnější soustružení. Byla zvolena destička z materiálu 8016, která je vhodná i pro dokončování. |

Tab. 8 List nástrojů pro operaci 06/06.

| ČÍSLO      | NÁSTROJ                             | VBD | VÝROBCE         | POPIS  |
|------------|-------------------------------------|-----|-----------------|--|
| <b>N10</b> | Obrázeč nůž 8x18x150<br>ČSN 22 3681 | -   | Strojírny Poldi | Klasický drážkovací obrázeč nůž z rychlořezné oceli HSS. Pro tento nůž je určený normalizovaný držák o rozměrech 32x32 mm. |

Tab. 9 List nástrojů pro operaci 09/09.

| ČÍSLO      | NÁSTROJ                                   | VBD                | VÝROBCE         | POPIS   |
|------------|---|--------------------|-----------------|---|
| <b>N11</b> | Stopková fréza<br>10A1R020B16C-<br>SAP11D | APKX<br>1103PDER-M | Pramet<br>Tools | Stopková fréza do rohu, která má stopku typu Weldon. Pro frézy tohoto typu jsou normalizovány držáky s typem upínání Weldon. VBD byla zvolena z doporučených typů ke zvolenému nástroji. Byla zvolena destička z materiálu 8016, která je vhodná i pro hrubování. |
| <b>N12</b> | Stopková fréza<br>10N1R027B16<br>SSD09-A  | SDEW<br>090308EN   | Pramet<br>Tools | Stopková fréza se stopkou typu Weldon slouží ke srážení hran pod úhlem 45°. VBD byla zvolena z doporučených typů ke zvolenému nástroji. Byla zvolena destička z materiálu 8016.   |

Tab. 10 List nástrojů pro operaci 10/10.

| ČÍSLO      | NÁSTROJ                                 | VBD | VÝROBCE | POPIS  |
|------------|---|-----|---------|--|
| <b>N13</b> | Vrták 3,3x65<br>ČSN 22 1121             | -   | BOS HK  | Viz Tab. 3.2   |
| <b>N14</b> | Strojní závitník<br>ČSN 22 3043-6700-M4 | -   | BOS HK  | Jedná se o strojní závitník, vhodný pro řezání metrického závitu do zušlechtné oceli s pevností do 800 N/mm <sup>2</sup> . |

Tab. 11 List nástrojů pro operaci 13/13.

| ČÍSLO      | NÁSTROJ  | VBD | VÝROBCE | POPIS  |
|------------|--|-----|---------|--|
| <b>N15</b> | Brousicí kotouč<br>205x13x31,75<br>89A 80 J8 AV217 | -   | Tyrolit | Brousicí kotouč pro rovinné broušení, který je možno použít jak na nelegované, nízkolegované tak i vysokolegované oceli. Broušené plochy můžou být nekalené i kalené, ale musí být chlazený. |

Zvolená měřidla (tab. 12) byly vybrány z katalogu produktů firmy Kinex a.s.<sup>8</sup>, která se zabývá výhradně měřidly pro průmyslové využití ve strojírenství.

Tab. 12 Měřidla použitá při výrobě.

| MĚŘIDLO   | ROZSAH<br>MĚŘENÍ<br>[mm] | DĚLENÍ<br>STUPNICE<br>[mm] | OBRAZOVÉ ZNÁZORNĚNÍ   |
|---|--------------------------|----------------------------|---|
| Posuvné měřítko digitální<br>DIN 862            | 0-150                    | 0,01                       |    |
| Posuvné měřítko<br>ČSN 251238                   | 0-150                    | 0,05                       |    |
| Mezní válečkový kalibr<br>24H7 - DIN 7162       | -                        | -                          |   |
| Mezní závitový trn metrický<br>M4-6H – DIN 7164 | -                        | -                          |  |

### 3.3 Pracovní postup pro výrobu součásti

Tab. 13 Pracovní postup – rámcový.

| Pracovní postup - rámcový |                                      |                                 |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Součást: Kotouč spojky    |                                      | Číslo výkresu: Příloha 1        |                                   |
| Materiál<br>12 050.1      | Polotovár:<br>Ø70-73 ČSN<br>EN 10060 | Hrubá hmotnost: 2,205 kg        | Čistá hmotnost: 0,723 kg          |
| Číslo<br>operace          | Pracoviště,<br>typ stroje            | Popis práce                     | Nástroje, měřidla                 |
| 01/01                     | Pásová pila<br>ARG200<br>05967       | Řezat materiál Ø 70 na délku 73 | Pilový pás 2490x20x0,9 M42 4z     |
| 02/02                     | OTK<br>09863                         | Kontrolovat Ø 70, 73            | Posuvné měřítko digitální DIN 862 |



|         |                  |         |
|---------|------------------|---------|
| FSI VUT | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | List 31 |
|---------|------------------|---------|

|                    |                              |  |  |
|--------------------|------------------------------|--|--|
| 03/03              | Soustruh SN32<br>04125       | Upnout za Ø7 0 do skličidla<br>Zarovnat čelo<br>Soustružit na Ø 66 v délce 20<br>Navrtat středící důlek A4-8<br>Vrtat díru Ø 20<br>Vyhrubovat díru na Ø 23,7<br>Vystružit díru Ø 24H7 hotově<br>Soustružit Ø 40 v délce 10<br>Srazit hrany | Soustružnický nůž DCLNR<br>20/20K12 s VBD CNMG 120408<br>E-FM<br>Středící vrták A4 ČSN 22 1110<br>Vrták 20x205 ČSN 22 1121<br>Výhrubník 23,7x281 ČSN 22 1482<br>Výstružník 24x268 ČSN 22 1431<br>Soustružnický nůž S25T-CSKPR 12<br>s VBD SPMR 120308E-48<br>Posuvné měřítko ČSN 25 1238 |
| 04/04              | Soustruh SN32<br>04125       | Upnout za Ø 66/15 do skličidla<br>Zarovnat čelo hotově na délce 70<br>Hrubovat na Ø 43 v délce 50<br>Soustružit na Ø 42h8 v délce 50<br>hotově<br>Srazit hrany   | Soustružnický nůž DCLNR 20/20<br>K 12 s VBD CNMG 120408 E-FM<br>Soustružnický nůž DDJNR 20/20<br>K11 s VBD DNMG 110404 E-FF<br>Posuvné měřítko ČSN 25 1238   |
| 05/05              | OTK<br>09863                 | Kontrolovat Ø 66, Ø 42h8, Ø 24H7,<br>Ø 40, 70, 50, 10  | Posuvné měřítko digitální DIN 862<br>Mezní válečkový kalibr 24H7 - DIN<br>7162   |
| 06/06              | Obrážka<br>HOV16<br>04921    | Upnout obrobek do skličidla<br>Obrázet drážka 8P9  | Obrázeční nůž 8x18x150<br>ČSN 22 3681<br>Posuvné měřítko ČSN 25 1238   |
| 07/07              | OTK<br>09863                 | Kontrolovat 8P9  | Posuvné měřítko digitální DIN 862  |
| 08/08              | Ruční<br>pracoviště<br>09421 | Odjehlit<br>Rýsovat drážku 15 (+0,1,-0,05) a<br>polohu M4-6H   |  |
| 09/09              | Frézka FGV32<br>05227        | Upnout obrobek do skličidla a<br>přípevnit pomocí upínek<br>Frézovat drážku 15 (+0,1,-0,05)<br>s přídavkem 0,2 na broušení<br>Srazit hrany   | Stopková fréza 10A1R020B16C-<br>SAP11D s VBD APKX<br>1103PDER-M<br>Stopková fréza 10N1R027B16<br>SSD09-A s VBD SDEW 090308EN<br>Posuvné měřítko<br>ČSN 25 1238   |
| 10/10              | Frézka FGV32<br>05227        | Upnout obrobek podle rýsování<br>Vrtat díru Ø 3,3 pro závit M4-6H<br>Řezat závit M4-6H   | Vrták 3,3x65 ČSN 22 1121<br>Strojní závitník<br>ČSN 22 3043-6700-M4<br>Posuvné měřítko ČSN 25 1238   |
| 11/11              | OTK<br>09863                 | Kontrolovat 15 (+0,1,-0,05),<br>M4-6H  | Posuvné měřítko digitální DIN 862<br>Mezní závitový trn – metrický M4-<br>6H – DIN 7164  |
| 12/12              | Kalírna                      | Povrchové kalit označená místa<br>(kooperace)  |  |
| 13/13              | Bruska<br>BPH320A<br>05621   | Upnout na elektromagnetickou<br>desku<br>Brousit drážku 15 (+0,1,-0,05)<br>hotově  | Brousící kotouč 205x13x31,75<br>89A 80 J8 AV217<br>Posuvné měřítko ČSN 25 1238   |
| 14/14              | OTK<br>09863                 | Kontrolovat 15 (+0,1,-0,05)  | Posuvné měřítko digitální DIN 862  |
| 15/15              | Expedice                     | Konzervace a balení po 1 ks  |  |
| Datum: 12. 4. 2013 |                              | Zhotovil: Vít Borek  | Schválil:  |

### 3.4 Operační návodky

Operační návodky slouží ke zpřehlednění zvolených parametrů pro obrábění pro jednotlivé operace výroby. Obsahují informace o šířce záběru, zvoleném nástroji a hlavně o strojním čase.

Názorný výpočet strojního času: soustružení na Ø 66 v délce 20 (operace 03/03).

**Dráha nástroje:**

$$L = l_n + l + l_p \quad (14)$$

kde: L [mm]- dráha nástroje,  
 $l_n$  [mm] - náběh nástroje,  
 $l$  [mm] - délka obrábění,  
 $l_p$  [mm] - přeběh nástroje.

$$L = 2 + 20 + 0 = 22 \text{ mm}$$

**Otáčky nástroje:**

$$n = \frac{10^3 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \quad (15)$$

kde: n [ $\text{min}^{-1}$ ]- otáčky nástroje,  
 $v_c$  [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ] - řezná rychlost,  
 $D$  [mm] - obráběný průměr.

$$n = \frac{10^3 \cdot 175}{\pi \cdot 70} = 795,8 \text{ min}^{-1} \doteq 800 \text{ min}^{-1}$$

**Jednotkový strojní čas:**

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} \quad (16)$$

kde: L [mm]- dráha nástroje,  
 $i$  [-]- počet třísek,  
 $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]- otáčky nástroje,  
 $f$  [mm] - posuv na otáčku.

$$t_{AS} = \frac{22 \cdot 1}{800 \cdot 0,25} = 0,11 \text{ min}$$

Veškeré údaje o parametrech obrábění (řezná rychlost, posuv na otáčku, otáčky, šířka záběru ostří, počet třísek atd.) pro všechny operace jsou rozepsány v návodkách (Příloha 2). Jednotkové strojní časy pro zmíněné jsou uvedeny v tab. 14.

U vedlejšího času  $t_{AV}$  záleží na mnoha okolnostech a postupu výroby. Tato hodnota je ovlivněna například počtem upnutí, měření nebo výměn nástroje. Stanovují se měřením nebo odborným odhadem za pomoci normativních tabulek. Pro daný úkol byl určen pro každou obráběcí operaci vedlejší čas  $t_{AV} = 0,8$ .  $t_{AS}$ , který je zatím jen orientační a bude se měnit po měření provedeném při výrobě.



**Celkový čas na výrobu součásti:**

$$t_A = t_{AS} + t_{AV} \quad (17)$$

kde:  $t_A$  [min] - jednotkový čas,  
 $t_{AS}$  [min] - celkový strojní čas,  
 $t_{AV}$  [min] - celkový vedlejší čas.

$$t_A = 8,94 + 7,16 = 16,1 \text{ min}$$

Tab. 14 Jednotkové časy obráběcích operací.

| Číslo operace                            | Název stroje            | Jednotkový strojní čas $t_{AS}$ [min] | Vedlejší čas $t_{AV}$ [min] | Jednotkový čas $t_A$ [min] |
|--|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 01/01                                    | Pásová pila ARG200      | 1,12                                  | 0,9                         | 2,02                       |
| 03/03                                    | Hrotový soustruh SN32   | 3,07                                  | 2,46                        | 5,53                       |
| 04/04                                    | Hrotový soustruh SN32   | 1,14                                  | 0,91                        | 2,05                       |
| 06/06                                    | Svislá obrážkač HOV16   | 0,8                                   | 0,64                        | 1,44                       |
| 09/09                                    | Konzolová frézka FGV 32 | 2,25                                  | 1,8                         | 4,05                       |
| 10/10                                    | Konzolová frézka FGV 32 | 0,1                                   | 0,08                        | 0,18                       |
| 13/13                                    | Rovinná bruska BPH320A  | 0,46                                  | 0,37                        | 0,83                       |
| <b>Celkový strojní čas všech operací</b> |                         | <b>8,94</b>                           | <b>7,16</b>                 | <b>16,1</b>                |

## 4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení je nejdůležitější výstupní údaj o dané sérii. Pro danou sérii 1 000 ks byly spočítány náklady do kterých je zahrnuta cena polotovarů, kooperací, nástrojů, měřidel, náklady na provoz strojů a jejich obsluhu.

### 4.1 Náklady na materiál

Jako polotovar byla zvolena kruhová tyč Ø 70-73 ČSN EN 10060. Jako nejvýhodnější varianta byla zvolena varianta s objednáním tyčí o délce 3 metry. Těchto tyčí pro danou sérii je zapotřebí zakoupit 25 a náklady na tuto objednávku činí 66 772 Kč. Výpočty pro zmíněné údaje jsou uvedeny v kapitole 2.3.1.

### 4.2 Náklady na kooperaci

K dosažení požadovaných vlastností materiálu na dané ploše součásti byla zvolena metoda povrchového kalení plamenem. Tato operace bude vykonána externě firmou, která se danou problematikou zabývá. Po konzultaci s odborníky z firmy KOMAP DĚDOV s.r.o. ([www.komap.cz](http://www.komap.cz)) byla cena, vzhledem k požadované sérii 1 000 ks, zvolena na 18 Kč za provedení operace na jedné součásti.

Celkové náklady za provedení kooperace pro celou sérii 1 000 ks činí tedy 18 000 Kč.

### 4.3 Náklady na nástroje a měřidla

V tabulce 15 jsou vypsány použité druhy nářadí při obráběcích operacích s výjimkou upínacích zařízení. Ceny nářadí byly vypsány z katalogů nebo e-shopů výrobců jednotlivých produktů. Trvanlivost břitvových destiček je dána výrobcem – pro hrubovací operace je dána trvanlivost 20 minut a pro dokončovací operace 15 minut. Trvanlivosti nástrojů pro vrtací operace byly odečteny z normativních tabulek. Trvanlivost obrážecího nože a brousicího kotouče byly zvoleny odhadem, stejně jako počet možných naostření nástroje pro vybrané nářadí. Broušení nářadí, které je levné nebo nemá hodnotu času v záběru příliš velkou, se nebere v potaz, protože by tato činnost byla kontraproduktivní. Celkový čas nástroje v záběru platí pro zhotovení úkonu na jednom obrobku.

Tab. 15 Parametry použitého nářadí.

| Druh nástroje | Označení              | Cena [Kč] | Trvanlivost [min] | Celkový čas nástroje v záběru [min] | Počet břitů/možných naostření nástroje [-] |
|---------------|-----------------------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--|
| VBD           | CNMG 120408E-FM       | 203       | 15                | 0,383                               | 4 bř.                                      |
|               | CNMG 120408E-RM       | 203       | 20                | 0,695                               | 4 bř.                                      |
|               | DNMG 110404E-FF       | 203       | 15                | 0,333                               | 4 bř.                                      |
|               | SPMR 120308E-48       | 199       | 20                | 0,06                                | 4 bř.                                      |
|               | APKX 1103PDER-M       | 255       | 20                | 2                                   | 2 bř.                                      |
|               | SDEW 090308-EN        | 179       | 20                | 0,25                                | 4 bř.                                      |
| Držák VBD     | DCLNR 2020K12         | 1 854     | -                 | -                                   | -  |
|               | DDJNR 2020K11         | 1 854     | -                 | -                                   | -  |
|               | S25T-CSKPR 12         | 2 510     | -                 | -                                   | -  |
|               | 10A1R020B16C-SAP11D   | 3 357     | -                 | -                                   | -  |
|               | 10N1R027B16-SSD09-A   | 3 302     | -                 | -                                   | -  |
| Ostatní       | Středící vrták A4     | 65,7      | 12                | 0,097                               | -  |
|               | Vrták Ø 20            | 263,7     | 35                | 0,91                                | 5  |
|               | Výhrubník Ø 23,7      | 1229,8    | 35                | 0,576                               | 10   |
|               | Výstružník Ø 24       | 727       | 40                | 1,14                                | 10   |
|               | Obrážecí nůž 8x18x150 | 973       | 120               | 0,8                                 | 2  |
|               | Vrták Ø 3,3           | 7,74      | 10                | 0,08                                | -  |
|               | Závitník M4-6H        | 153       | 15                | 0,02                                | -  |
|               | Brousící kotouč 89A   | 121       | 30                | 0,464                               | -  |
|               | Pilový pás            | 308,1     | 30                | 1,12                                | -  |

Aby mohly být určeny náklady na zakoupení nástrojů, je potřeba spočítat jejich množství nutné pro zhotovení požadované série. K tomu je zapotřebí užití vzorce:

**Počet nástrojů:**

$$N_N = \frac{N \cdot t_{OB}}{T_N \cdot i_N} \quad (18)$$

kde:  $N_N$  [ks] - počet nástrojů pro danou sérii,  
 $N$  [ks] - výrobní série,  
 $t_{OB}$  [min] - čas nástroje v záběru,  
 $T_N$  [min] - trvanlivost nástroje,  
 $i_N$  [-] - počet použití jednoho nástroje.

Vzorový příklad: výpočet požadovaného množství vyměnitelných břitových destiček CNMG 120408E-FM.

$$N_{N1} = \frac{1000 \cdot 0,383}{15 \cdot 4} = 6,38 \div 7 \text{ ks}$$

V tabulce 16 jsou jednotlivě zapsány náklady na nástroje pro celou sérii 1 000 ks. Aby se předešlo zbytečnému zastavení výroby, je nutné k vypočítanému množství nástrojů

přikoupit nástroje, které budou využity v případě nečekaného poškození (v tab. 16 vždy za znaménkem +).

Tab. 16 Náklady na nástroje pro požadovanou sérii.

| Druh nástroje | Označení              | Celkový čas nástroje v záběru pro sérii [min] | Počet nástrojů pro sérii [ks] | Cena [Kč] |
|---------------|-----------------------|---|-------------------------------|-----------|
| VBD           | CNMG 120408E-FM       | 383   | 7+3                           | 2 030     |
|               | CNMG 120408E-RM       | 695   | 9+3                           | 2 436     |
|               | DNMG 110404E-FF       | 333   | 6+2                           | 1 624     |
|               | SPMR 120308E-48       | 60  | 1+2                           | 597       |
|               | APKX 1103PDER-M       | 2 000   | 50+10                         | 15 300    |
|               | SDEW 090308-EN        | 250   | 4+2                           | 1 074     |
| Držák VBD     | DCLNR 2020K12         | -   | 2+1                           | 5 562     |
|               | DDJNR 2020K11         | -   | 1+1                           | 3 708     |
|               | S25T-CSKPR 12         | -   | 1+1                           | 5 020     |
|               | 10A1R020B16C-SAP11D   | -   | 1+1                           | 6 714     |
|               | 10N1R027B16-SSD09-A   | -   | 1+1                           | 6 604     |
| Ostatní       | Středící vrták A4     | 97  | 9+1                           | 657       |
|               | Vrták Ø 20            | 910   | 6+2                           | 2 110     |
|               | Výhrubník Ø 23,7      | 576   | 2+1                           | 3 690     |
|               | Výstružník Ø 24       | 1 140   | 3+1                           | 2 908     |
|               | Obrážecí nůž 8x18x150 | 800   | 4+1                           | 4 865     |
|               | Vrták Ø 3,3           | 80  | 8+2                           | 77        |
|               | Závitník M4-6H        | 20  | 2+2                           | 612       |
|               | Brousící kotouč 89A   | 464   | 16+4                          | 2 420     |
|               | Pilový pás            | 1 096   | 19+1                          | 6 162     |
| celkem        |                       |   |                               | 74 170    |

Z tabulky 16 je vidět, že největší náklady u nástrojů přijdou na břitové destičky pro frézování drážky a na držáky břitových destiček.

K nákladům na nářadí je ještě třeba přičíst náklady na zakoupení měřidel. K technickým kontrolním operacím byly zvoleny digitální posuvná měřítka, závitový trn a válečkový kalibr. Ke každému pracovišti bude zakoupeno ještě jedno posuvné měřítko klasické. V tabulce 17 je uvedeno množství měřidel a náklady na jejich zakoupení.

Tab. 17 Náklady na měřidla.

| Název měřidla             | Cena za jeden kus [Kč] | Množství [ks] | Cena [Kč] |
|---------------------------|------------------------|---------------|-----------|
| Posuvné měřítko           | 299                    | 6             | 1 794     |
| Posuvné měřítko digitální | 947                    | 2             | 1 948     |
| Mezní závitový kalibr     | 479                    | 2             | 958       |
| Mezní závitový trn        | 683                    | 2             | 1 366     |
| celkem                    |                        |               | 6 102     |

Celkově cena za nástroje a měřidla činí 80 272 Kč.

#### 4.4 Náklady na provoz strojů

Vzhledem k dané velikosti série je zbytečné přikupovat více strojů pro jednotlivé operace, protože využití strojů by bylo malé.

V tabulce 18 jsou uvedeny náklady na elektřinu spotřebovanou při běhu strojů. Každý stroj má rozdílný příkon, a tak je hodnota spotřebované energie spočítána pro každé pracoviště jednotlivě. Pro daný úkol byla zvolena cena jedné kilowatthodiny na 4,50 Kč. Doba běhu stroje pro jednu součást je navýšena o 50 % z důvodu běhu stroje při seřizování nebo běhu stroje „na prázdko“ tedy v situaci, kdy stroj je zapnut, aniž by nástroj byl v záběru.

Tab. 18 Náklady na provoz strojů.

| Stroj              | Příkon stroje [kW] | Doba běhu stroje pro jednu součást [min] | Cena provozu na hodinu [Kč] | Cena provozu pro celou sérii [Kč] |
|--------------------|--------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| Pásová pila ARG200 | 1,05               | 1,68                                     | 4,75                        | 133                               |
| Soustruh SN32      | 4                  | 6,32                                     | 18                          | 1 896                             |
| Obrázečka HOV16    | 1,5                | 1,2                                      | 6,75                        | 136                               |
| Frézka FGV32       | 5,5                | 3,53                                     | 24,75                       | 1 456                             |
| Bruska BPH320A     | 4                  | 0,69                                     | 18                          | 207                               |
|                    |                    |  | <b>celkem</b>               | <b>3 828</b>                      |

Náklady na energii, nutnou k provozu strojů, činí přibližně 4 000 Kč.

#### 4.5 Náklady na mzdy pracovníků

Pro každé pracoviště byl zvolen jeden pracovník. To znamená, že ke každému stroji bude přidělen jeden dělník. Počítáno je ale také se zámečnickým pracovníkem a pracovníkem odborné kontroly.

Do placeného času dělníka patří čas jednotkový  $t_{AC}$  (čas pro zhotovení součásti), čas dávkový  $t_{BC}$  (příprava pracoviště, vyzvednutí si náradí apod.) a čas směnový  $t_c$  (úklid pracoviště a osobní potřeby)<sup>17</sup>.

Ke spočítání celkového času pracovníka pro vyrobení jednoho kusu na daném stroji bylo použito těchto vzorců:

Vzorový příklad výpočtu potřebného času k vykonání operace na pásové pile.

**Koeficient přírážky směnového času:**

$$k_C = \frac{T_{SM}}{T_{SM} - t_c} \quad (19)$$

kde:  $k_C$  [-] - koeficient přírážky směnového času,  
 $T_{SM}$  [min] - celkový čas směny,  
 $t_c$  [min] - směnový čas.

$$k_C = \frac{480}{480 - 40} = 1,09$$

Do směnového času je počítáno 20 minut na úklid pracoviště a 20 minut na osobní potřeby.

**Jednotkový čas s přírážkou směnového času:**

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C \quad (20)$$

kde:  $t_{AC}$  [min] - jednotkový čas s přírážkou směnového času,  
 $t_A$  [min] - jednotkový čas,  
 $k_C$  [-] - koeficient přírážky směnového času.

$$t_{AC} = 1,12 \cdot 1,09 = 1,22 \text{ min}$$

**Dávkový čas s přírážkou směnového času:**

$$t_{BC} = t_B \cdot k_C \quad (21)$$

kde:  $t_{BC}$  [min] - dávkový čas s přírážkou směnového času,  
 $t_B$  [min] - dávkový čas,  
 $k_C$  [-] - koeficient přírážky směnového času.

$$t_{BC} = 0,14 \cdot 1,09 = 0,15 \text{ min}$$

**Čas potřebný k vykonání operace:**

$$t_{OP} = t_{AC} \cdot t_{BC} \quad (22)$$

kde:  $t_{OP}$  [min] - čas potřebný k vykonání operace,  
 $t_{AC}$  [min] - jednotkový čas s přírážkou směnového času,  
 $t_{BC}$  [min] - dávkový čas s přírážkou směnového času.

$$t_{OP} = 1,22 \cdot 0,15 = 1,37 \text{ min}$$

Ke spočítání celkové mzdy bylo třeba znát ještě další důležité informace. Plat za vykonání operace bude hodnocen podle obtížnosti obsluhy stroje. Dávkový čas byl taktéž odhadnut dle zkušeností a dostupných informací. V tabulce 19 je zmíněn také pracovní čas v hodinách, který značí dobu na vykonání jedné operace pro celou sérii 1 000 kusů.

Tab. 19 Náklady na mzdy pracovníků.

| Název pracoviště<br>dělніка | Jednotkový<br>čas<br>[min] | Dávkový<br>čas<br>[min] | Mzda za<br>odpracovanou<br>hodinu[Kč] | Pracovní<br>čas [hod] | Celková<br>mzda<br>[Kč] |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Pásová pila ARG200          | 1,12                       | 0,14                    | 100                                   | 22,8                  | 2 280                   |
| Soustruh SN32               | 4,21                       | 1,2                     | 150                                   | 96                    | 14 400                  |
| Obrázečka HOV16             | 0,8                        | 0,22                    | 120                                   | 18,5                  | 2 220                   |
| Frézka FGV32                | 2,35                       | 0,75                    | 150                                   | 56,3                  | 8 445                   |
| Bruska BPH320A              | 0,46                       | 0,25                    | 150                                   | 12,8                  | 1 920                   |
| Ruční pracoviště            | -                          | 1                       | 120                                   | 16,7                  | 2 005                   |
| Pracoviště OTK              | -                          | 1,3                     | 120                                   | 21,7                  | 2 605                   |
|                             |                            |                         |                                       | <b>celkem</b>         | <b>33 875</b>           |

Na pokrytí mezd pracovníkům za odvedenou práci je potřeba 33 875 Kč.

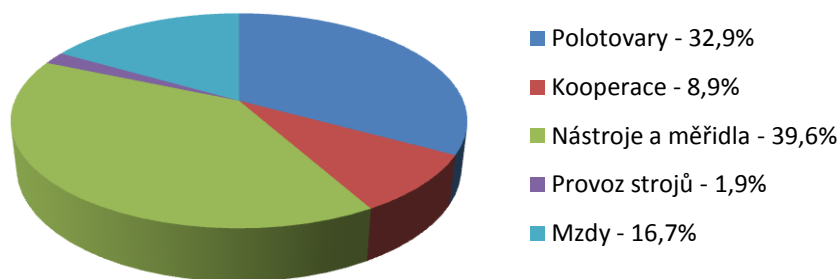
#### 4.6 Celkové náklady

Pro výrobní sérii 1 000 kusů byly sečteny celkové finance, do kterých se počítá s náklady na materiál, provoz strojů, výplaty pracovníkům, nástroje a měřidla. V následující tabulce 20 jsou všechny tyto náklady vyčísleny a na obr. 22 jsou graficky porovnány.

Tab. 4.5 Náklady na výrobu (hodnoty v tabulce jsou uvedeny v Kč).

| Náklady na materiál | Náklady na kooperaci | Náklady na nástroje a měřidla | Náklady na provoz strojů | Náklady na mzdy pracovníků | Celkové náklady |
|---------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|
| 66 772              | 18 000               | 80 272                        | 3 828                    | 33 875                     | 202 747         |

#### Náklady na výrobu



Obr. 22 Grafické znázornění nákladů na výrobu.

Aby byla série výhodná, musí být stanovena cena za vyrobenou součást. Cena za kus by měla být taková, aby firma díky této ceně měla co největší zisk, ale musí být stanovena i výhodně pro zákazníka. Aby byly pokryty náklady 202 747 Kč, musel by každý kus stát alespoň 203 Kč. Cena za kus byla stanovena téměř na čtyřnásobek výrobní ceny, tedy 800 Kč.

## 5 DISKUSE

Výroba kotouče spojky bude realizována pomocí konvenčních technologií. Postup byl vytvořen s ohledem na to, že série by byla vyráběna menší firmou do 20 pracovníků. U malých firem není vždy možné používat vyspělé technologie díky nedostatku financí, ale kdyby daná firma vlastnila stroj nebo stroje, díky kterým by bylo možné uskutečnit výrobu CNC, bylo by to ku prospěchu hned z několika důvodů. Hlavní výhodou je že by se zmenšil počet operací a pohyb součástí po pracovištích, tím i celkový výrobní čas. V důsledku by to znamenalo, že by se snížily náklady na mzdy dělníků a celkový čas pro výrobu celé série by se zmenšil na zlomek času výroby série pomocí konvenčních technologií. Pokud firma chce být konkurenceschopná a přizpůsobivá novým trendům na trhu, měla by občas investovat do technologií, které znamenají širší spektrum objednávek a zlepšení jména firmy.

Zvoleným polotovarem je přířez. Avšak pro splnění účelů by mohl být zvolen i charakter polotovaru jako výkovek. Jaká varianta je výhodnější nebylo v této práci číselně ověřeno a bylo rozhodnuto podle dostupných informací a úvahy konstruktéra.

V samotné výrobě je také několik náhradních variant pro jednotlivé úkony. Prvním tématem k diskuzi může být, zda operaci na frézce, kde je řezán závit M4, by nebylo lepší vykonat na stojní vrtačce. V zájmu co nejméně operací (tudiž i kratšího výrobního času) byla zvolena varianta vykonání operace na frézce. Náhradní varianty se nabízí i pro upnutí obrobku na frézce pomocí přípravku neboť není jasné, jaký vliv na funkční plochu bude mít sevření obrobku do čelistí. Náhradní variantou pro sražení hran u drážky na čele může být vykonání úkonu na ručním pracovišti pomocí pilníků.

Ideálním krokem, pro zjištění lepší varianty, by bylo odzkoušení těchto úkonů na několika kusech. Nicméně zvolené varianty, které nejsou závazné a mohou se měnit, byly vybrány podle nejlepšího úsudku.



## ZÁVĚR

Zadáním této práce bylo vypracovat technologii výroby pro součást kotouč spojky o velikosti série 1 000 kusů. Po úvodní teoretické části bylo stěžením práce: návrh polotovaru, strojů a nástrojů, díky kterým byl sestaven technologický postup. Následuje výpočet strojních časů, potřebných k sestavení výrobních návodek, a ekonomické zhodnocení zvoleného postupu.

V této práci bylo dosaženo následujících výsledků:

- jako polotovar byla zvolena kruhová tyč válcovaná za tepla o průměru 70 mm. Tyče budou dodávány v délce 3 metry a následně děleny na délku 73 mm. Materiálem polotovaru je konstrukční nelegovaná ocel k zušlechťování 12 050.1. Využití materiálu bylo vyčísleno na hodnotu 32,4%,
- pro výrobu součásti bylo zvoleno 15 operací, z kterých je u 7 použito třískové obrábění,
- po vypočítání a sečtení výrobních a vedlejších časů byl vyčíslen jednotkový čas pro vyrobení jedné součásti na 16,1 minuty,
- ve zhodnocení z hlediska financí bylo vypočítáno, že velkou část nákladů tvoří náklady na nářadí, konkrétně tedy 80 272 Kč což činí 39,6% z celkových nákladů 202 747 Kč. Dalšími náklady, které byly zahrnuty do celkové částky, jsou náklady na materiál (32,9%), kooperace (8,9%) mzdy pracovníkům (16,7%) a na elektrickou energii nutnou k provozu strojů, které činí pouhé 1,9%, což je v celkovém hodnocení zanedbatelné,
- výrobní cena jednoho kusu je přibližně 203 Kč, aby byla výroba zakázky výhodná byla stanovena cena za kus na 800 Kč.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. Bohdan Bolzano *Přehled vlastností oceli C 45* [online]. 1998-2004 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://prirucka.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/techprir/tycovaocel/EN10083/Prehled\\_vlast\\_C45/](http://prirucka.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/techprir/tycovaocel/EN10083/Prehled_vlast_C45/)
2. BOLEK, Alfred a Josef KOCHMAN. *Části strojů: 1. svazek*. Praha: STNL, 1989. 776 s. ISBN 04-202-89.
3. BOS HK a.s. *Katalog BOS HK a.s.* [online]. 2011 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.bos-teplce.cz/sortiment/dokumenty/>
4. Feron a.s. *Sortimentní katalog* [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php>
5. HUMÁR, Anton. *Technologie I - Technologie obrábění - 1. část*. Studijní opory. VUT-FSI Brno, ÚST, Odbor technologie obrábění. 2003. [online]. [vyd.2011-03-16]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-1cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf)
6. Karas s.r.o. *Pilové pásy na kov* [online]. 2013 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.pilove-pasy.cz/pilove-pasy-na-kov/>
7. *Katalog tvářecích a obráběcích strojů* [online]. Svaz výrobců a dodavatelů strojírenské techniky, 2002 [cit. 2013-03-29]. Dostupný z WWW: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/vyuka/katalog/>
8. Kinex a.s. *Katalog originálních měřících strojů* [online]. 2013 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://kinmtg.com/images/Downloads/MTG-katalog-2013.pdf>
9. KOČMAN, K. a PERNIKÁŘ, J. *Ročníkový projekt II- obrábění* [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, FSI, 2002, 27 s. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=opory>.
10. KOČMAN, Karel a Jiří PROKOP. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
11. KOČMAN, Karel. *Speciální technologie: Obrábění*. 3. přeprac. dopl. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2004. 227 s. ISBN 80-214-2562-8.
12. KOVO Litomyšl, s.r.o. *Frézování*. [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.kovolitomysl.cz/clanky/technologie/frezovani/>
13. LIDMILA, Zdeněk a Emil SVOBODA. *Strojírenská technologie*. 1. Vyd. Brno: [s.n.], 2007. 250 s. ISBN 978-80-7231-220-7.
14. Matis s.r.o. *Strojní součásti* [online]. 2012 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.matis.cz/data/pdf-katalogy/Katalog%202008%20Strojni%20soucasti%20Artron/katalog%20matis%202009%20na%20web.pdf>
15. MT Nástroje. *Obrážecí nože drážkovací* [online]. 2013 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.i-zavitniky.cz/i-zavitniky/eshop/49-1-Soustruznicke-noze/1247-4-drazkovaci-22-368>
16. Multimoto. *Spojky* [online]. 2011 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.multimoto.cz/?spojky,46>

17. NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. 1. Vyd. Praha: Grada, 2002. 182 s. ISBN 80-247-0392-0.
18. Pilous. *Pásové pily na kov* [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.pilous.cz/>
19. Pramet tools s.r.o. *Katalog frézování 2012* [online]. 2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/download.php?id=72>
20. Pramet tools s.r.o. *Katalog soustružení 2012* [online]. 2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/download.php?id=80>
21. Procházka – Moravec prodej a opravy brousicích strojů. *Brusky na plocho*. [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://opravybrusek.cz/stroje/BPH320A/>
22. ROLLINGER, Mirek. Motorkari.cz. *Technika motocyklu - 11. část - spojka* [online]. 2006 [cit. 2013-03-04]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-11.-cast-spojka-3524.html>
23. *Stavba a provoz strojů 1: Hřídelové spojky*. 2007, 28 s. Dostupné z: [http://www.spssol.cz/~vyuka/PREDMETY/SPS/hridelove\\_spojky.pdf](http://www.spssol.cz/~vyuka/PREDMETY/SPS/hridelove_spojky.pdf)
24. Stroje Svoboda s.r.o. *Obrázek*. [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Obr%C3%A1%C5%B5E%C4%8Dka&key=&id=3217&ids=3254&o=1>
25. *Strojírenství - vše k maturitě*. [online]. [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz>
26. *Stromag Brno*. [online]. [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.stromag.cz/cs/c/spojky/stromag-periflex.htm>
27. SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování*. Vyd. 3., upr. a dopl. Brno: CERM, 2009, 234 s. ISBN 978-80-7204-633-1.
28. TST Servis a.s. *Univerzální hrotový soustruh TRENS řady SN32*. [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.trens.cz/sn32.php>
29. TumliKOVO. *Povrchové kalení* [online]. 2010 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/povrchove-kaleni/>
30. Tyrolit. *Katalog skladových výrobků* [online]. 2012 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: [http://www.techcentrum.cz/editor/filestore/File/tyrolit\\_a4\\_2012\\_cz\\_final.pdf](http://www.techcentrum.cz/editor/filestore/File/tyrolit_a4_2012_cz_final.pdf)
31. Ústav technologie obrábění. In: *Ocel 12 050* [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/databaze\\_modelu\\_soubory/ocel\\_12050.3.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/databaze_modelu_soubory/ocel_12050.3.pdf)
32. ZEMČÍK, Oskar. *Technologické procesy* [online]. VUT v Brně, FSI, 2002, 54 s. [cit. 2013-03-04]. Dostupné z WWW: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TechnProcesy.pdf>
33. Citace: citovat je snadné. *Generátor citací* [online]. 2009 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.citace.com/>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| Zkratka    | Jednotka | Popis                        |
|------------|----------|------------------------------|
| <b>CNC</b> | [-]      | computer numerical control   |
| <b>OTK</b> | [-]      | odbor technické kontroly     |
| <b>VBD</b> | [-]      | vyměnitelná břitová destička |

| Symbol     | Jednotka   | Popis                                |
|------------|------------|--------------------------------------|
| $A_{min}$  | [%]        | minimální tažnost                    |
| <b>B</b>   | [Kč]       | cena oceli 12 050.1 za kg            |
| <b>D</b>   | [mm]       | obráběny průměr                      |
| $D_o$      | [mm]       | průměr obrobku                       |
| $D_p$      | [mm]       | průměr polotovaru                    |
| <b>E</b>   | [Kč]       | cena tyčí pro sérii                  |
| <b>H</b>   | [kg]       | hmotnost tyčí pro sérii              |
| $I_N$      | [-]        | počet použití jednoho nástroje       |
| <b>L</b>   | [mm]       | dráha nástroje                       |
| $L_o$      | [mm]       | délka obrobku                        |
| $L_p$      | [mm]       | délka polotovaru                     |
| $L_T$      | [mm]       | délka tyče                           |
| <b>M</b>   | [Nm]       | krouticí moment                      |
| <b>N</b>   | [ks]       | Výrobní série                        |
| $N_m$      | [kg]       | norma spotřeby materiálu             |
| $N_N$      | [ks]       | počet nástrojů pro sérii             |
| $N_p$      | [ks]       | počet polotovarů z jedné tyče        |
| $N_t$      | [ks]       | počet tyčí pro sérii                 |
| $Q_p$      | [kg]       | hmotnost polotovaru                  |
| $Q_s$      | [kg]       | hmotnost součásti                    |
| $R_a$      | [ $\mu$ m] | střední aritmetická hodnota drsnosti |
| $R_{emin}$ | [MPa]      | minimální mez kluzu                  |
| $R_{mmin}$ | [MPa]      | minimální mez pevnosti               |
| $T_N$      | [min]      | trvanlivost nástroje                 |
| $T_{SM}$   | [min]      | čas směny                            |
| <b>f</b>   | [mm]       | posuv na otáčku                      |
| <b>i</b>   | [-]        | počet třísek                         |
| $k_c$      | [-]        | koeficient přirážky směnového času   |
| $k_m$      | [-]        | koeficient využití materiálu         |
| <b>l</b>   | [mm]       | délka obrábění                       |
| $l_k$      | [mm]       | délka nevyužitého konce tyče         |
| $l_n$      | [mm]       | náběh nástroje                       |
| $l_p$      | [mm]       | přeběh nástroje                      |

|                       |                        |   |
|-----------------------|------------------------|---|
| <b>m</b>              | [kg]                   | hmotnost metr dlouhé tyče                 |
| <b>n</b>              | [min <sup>-1</sup> ]   | otáčky nástroje                           |
| <b>q<sub>d</sub></b>  | [kg]                   | ztráta materiálu při dělení tyče          |
| <b>q<sub>k</sub></b>  | [kg]                   | ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče |
| <b>q<sub>o</sub></b>  | [kg]                   | ztráta materiálu při obrábění             |
| <b>t</b>              | [mm]                   | šířka prořezu pilovým pásem               |
| <b>t<sub>A</sub></b>  | [min]                  | jednotkový čas                            |
| <b>t<sub>AC</sub></b> | [min]                  | jednotkový čas s přírážkou směnového času |
| <b>t<sub>AS</sub></b> | [min]                  | strojní čas                               |
| <b>t<sub>AV</sub></b> | [min]                  | vedlejší čas                              |
| <b>t<sub>B</sub></b>  | [min]                  | dávkový čas                               |
| <b>t<sub>BC</sub></b> | [min]                  | dávkový čas s přírážkou směnového času    |
| <b>t<sub>C</sub></b>  | [min]                  | směnový čas                               |
| <b>t<sub>OB</sub></b> | [min]                  | čas nástroje v záběru                     |
| <b>t<sub>OP</sub></b> | [min]                  | čas potřebný k vykonání operace           |
| <b>v<sub>c</sub></b>  | [m.min <sup>-1</sup> ] | řezná rychlost                            |
| <b>z<sub>m</sub></b>  | [kg]                   | celková ztráta materiálu                  |
| <b>Δd</b>             | [mm]                   | přídavek na průměr obrobku                |
| <b>Δl</b>             | [mm]                   | délka přídavku                            |
| <b>ρ</b>              | [kg.dm <sup>-3</sup> ] | hmotnost polotovaru                       |
| <b>φ</b>              | [rad]                  | úhel pootočení                            |

**SEZNAM PŘÍLOH**

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| Příloha 1 | Výkres součásti       |
| Příloha 2 | Operační návodky      |
| Příloha 3 | Stroje                |
| Příloha 4 | Nástroje              |
| Příloha 5 | Povlakované materiály |

## Operační návodka pro operaci 03/03.

Celkový strojní čas

## PŘÍLOHA 2 (2/4) - OPERAČNÍ NÁVODKY

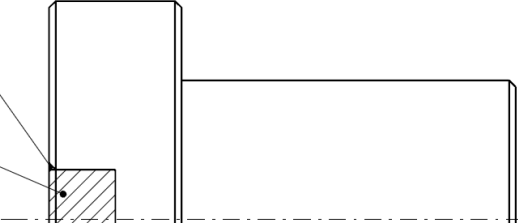
Operační návodka pro operaci 04/04.

| Výrobní návodka   |   |                       |                     |                      |   |       | Součást: Kotouč spojky |      |       |          |
|---|---|-----------------------|---------------------|----------------------|---|-------|------------------------|------|-------|----------|
| Materiál: 12 050.1  |   | Stroj: Soustruh SN 32 |                     | Číslo operace: 04/04 |   |       | List 1/1               |      |       |          |
| <p> <math>L</math> – délka obrábění [mm]<br/> <math>D</math> – průměr obrábění [mm],<br/> <math>i</math> – počet třísek [-],<br/> <math>a_p</math> – šířka záběru ostří [mm],<br/> <math>f</math> – posuv na otáčku [mm],<br/> <math>n</math> – otáčky [<math>\text{min}^{-1}</math>],<br/> <math>v_c</math> – řezná rychlost [<math>\text{m} \cdot \text{min}^{-1}</math>],<br/> <math>t_{AS}</math> – strojní čas [min].         </p> |   |                       |                     |                      |   |       |                        |      |       |          |
| Pozice  | Popis práce                             | Výrobní pomůcky       | L                   | D                    | i | $a_p$ | f                      | n    | $v_c$ | $t_{AS}$ |
| 1   | Zarovnat čelo na délce 70               | N2                    | 23                  | -                    | 1 | 1,5   | 0,25                   | 850  | 175   | 0,108    |
| 2   | Hrubovat na $\varnothing 43$ v délce 50 | N3                    | 52                  | 70                   | 2 | 6,75  | 0,4                    | 350  | 70    | 0,695    |
| 3   | Soustružit                              | N9                    | 52                  | 43                   | 1 | 0,5   | 0,12                   | 1300 | 175   | 0,333    |
|   |   |                       | Celkový strojní čas |                      |   |       |                        |      |       | 1,14     |



## Operační návodka pro operaci 06/06.

Operační návodka pro operaci 09/09.

| Výrobní návodka   |   |                      |                     |                      |   |       | Součást: Kotouč spojky   |      |       |          |
|---|---|----------------------|---------------------|----------------------|---|-------|--|------|-------|----------|
| Materiál: 12 050.1  |   | Stroj: Frézka FGV 32 |                     | Číslo operace: 09/09 |   |       | List 1/1   |      |       |          |
|  |   |                      |                     |                      |   |       | <p> L – délka obrábění [mm]<br/> D – průměr obrábění [mm],<br/> i – počet třisek [-],<br/> <math>a_p</math> – šířka záběru ostří [mm],<br/> f – posuv na otáčku [mm],<br/> n – otáčky [<math>\text{min}^{-1}</math>],<br/> <math>v_c</math> – řezná rychlost [<math>\text{m} \cdot \text{min}^{-1}</math>],<br/> <math>t_{AS}</math> – strojní čas [min]. </p> |      |       |          |
| Pozice  | Popis práce   | Výrobní pomůcky      | L                   | D                    | i | $a_p$ | f  | n    | $v_c$ | $t_{AS}$ |
| 1   | Frézovat drážku 15 (+0,1,-0,05) s přídavkem 0,2 na broušení | N11                  | 75                  | -                    | 4 | 5     | 0,15   | 1000 | 30    | 2        |
| 2   | Srazit hrany 1x45°  | N12                  | 75                  | -                    | 1 | 1,5   | 0,3  | 1000 | 30    | 0,25     |
|   |   |                      | Celkový strojní čas |                      |   |       |  |      |       | 2,25     |

Operační návodka pro operaci 10/10.

Operační návodka pro operaci 13/13.

| Výrobní návodka    |                          |                       |                     |                  |   |       | Součást: Kotouč spojky  |   |    |          |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---|-------|---|---|----|----------|
| Materiál: 12 050.1 |                          | Stroj: Bruska BPH320A |                     | Číslo op.: 13/13 |   |       | List 1/1  |   |    |          |
|                    |                          |                       |                     |                  |   |       | <p> L – délka obrábění [mm]<br/> D – průměr obrábění [mm],<br/> i – počet třisek [-],<br/> <math>a_p</math> – šířka záběru ostří [mm],<br/> f – radiální posuv [mm],<br/> n – otáčky [<math>\text{min}^{-1}</math>],<br/> v – rychlost posuvu stolu [<math>\text{m} \cdot \text{min}^{-1}</math>],<br/> <math>t_{AS}</math> – strojní čas [min]. </p> |   |    |          |
| Pozice             | Popis práce              | Výrobní pomůcky       | L                   | D                | i | $a_p$ | f   | n | v  | $t_{AS}$ |
| 1                  | Brousit plochu drážky 15 | N15                   | 168                 | -                | 2 | 0,05  | 0,01  | - | 20 | 0,232    |
| 2                  | Brousit plochu drážky 15 | N15                   | 168                 | -                | 2 | 0,05  | 0,01  | - | 20 | 0,232    |
|                    |                          |                       | Celkový strojní čas |                  |   |       |   |   |    | 0,464    |

## PŘÍLOHA 3 (1/3) - STROJE

Parametry soustruhu SN32 (firma TST Servis).

| Parametr                        | M.j.    | Hodnota             |
|---------------------------------|---------|---------------------|
| Oběžný průměr nad ložem         | mm      | 330                 |
| Oběžný průměr nad suportem      | mm      | 168                 |
| Oběžný průměr nad vybráním lože | mm      | 520                 |
| Vrtání vřetene                  | mm      | 52                  |
| Vnitřní kužel                   |         | Morse 6             |
| Otáčky vřetene /Počet stupňů    | ot/min. | 14-2500 / 16        |
| Vzdálenost mezi hroty (VH)      | mm      | 750 – 1000          |
| Zdvih příčného suportu          | mm      | 250                 |
| Zdvih nožového suportu          | mm      | 140                 |
| Podélné /příčné posuvy          | mm.ot-1 | 0,025-3,2/0,012-1,6 |
| Výkon hlavního motoru           | kW      | 4,0                 |
| Průměr / zdvih pinoly koníku    | mm      | 70 / 180            |
| Hmotnost stroje podle VH        | kg      | 1540- 1620          |

Parametry obrázečky HOV16 (firma Kovosvit).

|  |             |
|--|-------------|
| obrážecí výška   | 160 mm      |
| průměr stolu   | 320 mm      |
| svislý pohyb stolu   | 270 mm      |
| příčný pohyb stolu   | 320 mm      |
| podélný pohyb stolu  | 200 mm      |
| vzdálenost nože od stojanu   | 265 mm      |
| vzdálenost nože od vedení smýkadla                                     | 100 mm      |
| max. vzdálenost upínací plochy stolu od spodního konce vedení smýkadla | 270 mm      |
| max. vzdálenost nože od upínací plochy                                 | 280 mm      |
| příčné vychýlení smýkadla  | 5°          |
| počet rychlostí smýkadla   | 3           |
| počet dvojzdvihů za minutu   | 71-112-180  |
| max. průtažná síla   | 350 kg      |
| posuvy podélné i příčné v rozsahu                                      | 0,1-0,6 mm  |
| elektromotor pro pohon stroje  | 1,5 kW      |
| rozměr stroje: šířka x délka   | 930x1200 mm |
| váha stroje  | 1050 kg     |

## PŘÍLOHA 3 (2/3) - STROJE

Parametry frézky FGV32 (firma Obráběcí stroje Olomouc, s.r.o.).





















| HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE                    |                      |                              |             |
|---|----------------------|------------------------------|-------------|
|   |                      | N                            | R           |
| Ø pracovního vřetena                      | mm                   | 130                          | 140         |
| Rozsah otáček pracovního vřetena          | min <sup>-1</sup>    | 102 500                      | 103 000     |
| Výsuv pracovního vřetena (W)              | mm                   | 800                          | 560         |
| Upínací kuel pracovního vřetena           |                      | ISO 50                       |             |
| Výkon pohonu vřetena                      | kW                   | 37,0                         |             |
| Příčné přestavení stolu (X)               | mm                   | 2 000, 2 500, 3 000, 3 500   |             |
| Svislé přestavení vřeteníku (Y)           | mm                   | 1 600, 2 000, 2 500          |             |
| Podélné přestavení stojanu (Z)            | mm                   | 1 000, 1 250, 1 600          |             |
| Upínací plocha stolu                      | mm                   | 1 600 x 1 800, 1 800 x 2 240 |             |
| Maximální hmotnost obrobku                | kg                   | 12 000                       |             |
| Rozsah pracovních posuvů (osy X, Y, Z, W) | mm.min <sup>-1</sup> | 16 000                       |             |
| Rozsah pracovních posuvů (osa B)          | min <sup>-1</sup>    | 0,0031,5                     |             |
| Rychloposuv (osy X, Y, Z, W)              | mm.min <sup>-1</sup> | 10 000                       |             |
| Rychloposuv (osa B)                       | min <sup>-1</sup>    | 2,0                          |             |
| Celkový příkon stroje                     | kVA                  | 86,0                         |             |
| Rozměry stroje                            |                      |                              |             |
| délka                                     | mm                   | 7 300                        |             |
| řřka                                      | mm                   | 6 350                        |             |
| vřka                                      | mm                   | 4 550                        |             |
| Hmotnost stroje                           | kg                   | 24 500                       |             |
| <b>Pracovní rozsah</b>                    |                      |                              |             |
| Pojezdy                                   |                      |                              |             |
| podélný osa X                             | mm                   |                              | 850         |
| příčný osa Y                              | mm                   |                              | 300         |
| svislý osa Z                              | mm                   |                              | 420         |
| Max. zatření stolu                        | kg                   |                              | 300         |
| <b>Pracovní stůl</b>                      |                      |                              |             |
| Upínací plocha                            | mm                   |                              | 320 x 1 250 |
| Pracovní posuv                            |                      |                              |             |
| osa X                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 20900       |
| osa Y                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 20900       |
| osa Z                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 5,7250      |
| Rychloposuv                               |                      |                              |             |
| osa X                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 1 635       |
| osa Y                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 1 635       |
| osa Z                                     | mm.min <sup>-1</sup> |                              | 460         |
| <b>Vřeteno</b>                            |                      |                              |             |
| Kuelová dutina                            | ISO                  |                              | 50          |
| Rozsah otáček                             | min <sup>-1</sup>    |                              | 31,51 400   |
| Počet stupňů otáček                       |                      |                              | 12          |
| Vřsuv pinoly                              |                      |                              | 75          |
| Natočení vřeteníku                        | °                    |                              | ±45         |
| Vřkon hlavního motoru                     | kW                   |                              | 5,5         |
| <b>Stroj</b>                              |                      |                              |             |
| Celkový příkon                            | kVA                  |                              | 7,3         |
| Rozměry                                   |                      |                              |             |
| délka                                     | mm                   |                              | 2 700       |
| řřka                                      | mm                   |                              | 1 970       |
| vřka                                      | mm                   |                              | 2 100       |
| Hmotnost                                  | kg                   |                              | 2 760       |

## PŘÍLOHA 3 (3/3) - STROJE

Parametry brusky BPH320A (firma TOS Hostivař).

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| Max. šířka broušení           | 320 mm                |
| Max. délka broušení           | 1000 mm               |
| Upínací plocha stolu          | 320 x 1000 mm         |
| Výkon hlavního elektromotoru  | 4 kW                  |
| Rozměry délka x šířka x výška | 4100 x 1750 x 2125 mm |
| Hmotnost stroje               | 3200 kg               |
| Největší zatížení stolu       | 2,8 kN                |
| Pojezd osy X                  | 1060 mm               |
| Pojezd osy Y                  | 350 mm                |
| Pojezd osy Z                  | 420 mm                |
| Celkový příkon                | 6,8 kVA               |

Parametry pily ARG200 (firma Pilous, s.r.o.).

|   |   |  |
|---|---|--|
| HLAVNÍ MOTOR                            |         | 400 V, 50 Hz<br>0,75 / 0,95 kW   |
| HLAVNÍ MOTOR<br>verze F                 |        |  |
| MOTOR ČERPADLA                          |        | 400 V, 50 Hz<br>0,09 kW  |
| RYCHLOST PÁSU                           |        | 40 / 80 m/min  |
| RYCHLOST PÁSU<br>verze F                |        |  |
| ŘEZNÉ ROZSAHY                           | [mm]  |  90°  45°  60° |
|   | φ      | 200 160 100  |
|   | a  a   | 200 130 60   |
|   | a×b  a | 245x150 160x130 105x60   |
| NATOČENÍ RAMENE                         |        |    |
| PILOVÝ PÁS                              |        | 2490x20x0,9  |
| PRŮMĚR VODÍCÍCH<br>KOL PILOVÉHO<br>PÁSU |        | 300 mm   |
| PRACOVNÍ VÝŠKA<br>SVĚŘÁKU               |        | 900 mm   |
| OLEJ V TLUMÍCÍM<br>SYSTÉMU              |        | Hydraulický olej<br>PARAMOL HM 46  |
| NÁDRŽ CHLADÍCÍ<br>KAPALINY              |        | přibližně 15 litrů   |
| ROZMĚRY STROJE                          |        | 1350×660×1450  |
| HMOTNOST STROJE                         |        | 190 kg   |

## PŘÍLOHA 4 (1/10) - NÁSTROJE

Soustružnický nůž DCLNR 2020 K 12 (firma Pramet Tools, s.r.o.).

# DCLNR/L

VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ - ISO D  
VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE - ISO D

147-150, 223

$\gamma_1^\circ$  - úhel čela / uhol čela     $\gamma_2^\circ$  - úhel sklonu ostří / uhol sklonu rezní hrany

## NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

| ISO               | F/L   | Rozměry / Rozmery [mm] | kg | ND | VBD<br>VRD |           |  |  |                  |                  |      |      |              |
|-------------------|-------|------------------------|----|----|------------|-----------|--|--|------------------|------------------|------|------|--------------|
|                   |       | $h=h_1$                | b  | f  | $l_1$      | $l_{max}$ |  |  | $\gamma_1^\circ$ | $\gamma_2^\circ$ |      |      |              |
| DCLNR/L 1616 H 09 | • / • | 16                     | 16 | 20 | 100        | 25        |  |  | -6               | -6               | 0,20 | DC09 | CNM. 0903.-E |
| DCLNR/L 2020 K 09 | o / o | 20                     | 20 | 25 | 125        | 25        |  |  | -6               | -6               | 0,40 | DC09 | CNM. 0903.-E |
| DCLNR/L 2525 M 09 | • / • | 25                     | 25 | 32 | 150        | 25        |  |  | -6               | -6               | 0,70 | DC09 | CNM. 0903.-E |
| DCLNR/L 2020 K 12 | • / • | 20                     | 20 | 25 | 125        | 30        |  |  | -6               | -6               | 0,40 | DC12 | CNM. 1204.-E |

VBD CNMG 120408-FM a CNMG 120408-RM (firma Pramet Tools, s.r.o.).

VYMĚNITELNÉ BŘÍTOVÉ DESTIČKY  
VYMEŇATELNÉ REZNÉ DOŠTIČKY

CNMG

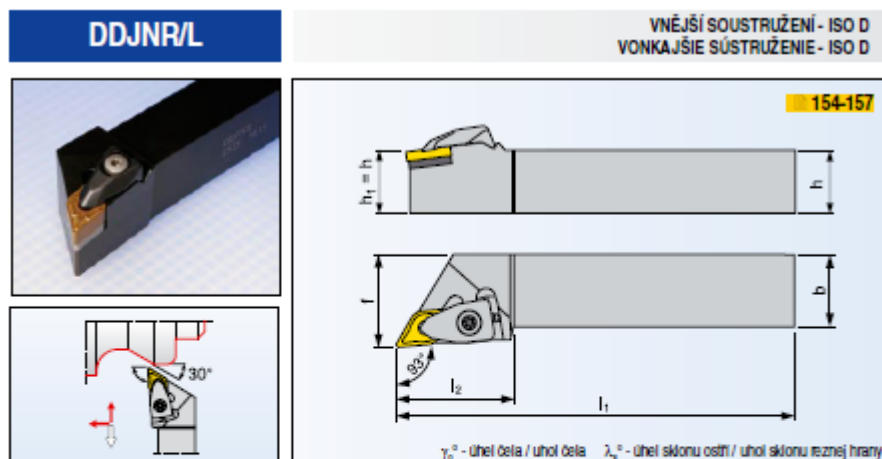
| Velikost<br>Veľkosť | (l)  | d      | d <sub>1</sub> | s    |
|---------------------|------|--------|----------------|------|
| 0903                | 9,7  | 9,525  | 3,81           | 3,18 |
| 1204                | 12,9 | 12,7   | 5,16           | 4,76 |
| 1606                | 16,1 | 15,875 | 6,35           | 6,35 |
| 1906                | 19,3 | 19,05  | 7,94           | 6,35 |
| 2509                | 25,8 | 25,4   | 9,12           | 9,52 |
|                     |      |        |                |      |
|                     |      |        |                |      |
|                     |      |        |                |      |

Nástroje viz str. / Nástroje vid' str.: 17, 23, 30-32, 49, 57, 73

| Utvářec<br>Utvárač | ISO             | ANSI         | Materiály / Materiály |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Rádus<br>Rádus | Posuv na ot.<br>Posuv na ot. |                  | Hloubka řezu<br>Hĺbka rezu |                    |
|--------------------|-----------------|--------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|                    |                 |              | 6605                  | 6615 | 6630 | 6640 | 9210 | 9230 | 9235 | 3025 | 8016 | 8030 | r <sub>e</sub> | f <sub>min</sub>             | f <sub>max</sub> | a <sub>p min</sub>         | a <sub>p max</sub> |
|                    | CNMG 120404E-FF | CNMG 431E-FF |                       |      |      |      |      |      |      |      | •    | 0,4  | 0,06           | 0,15                         | 0,4              | 1,5                        |                    |
|                    | CNMG 120408E-FF | CNMG 432E-FF |                       |      |      |      |      |      |      |      | •    | 0,8  | 0,08           | 0,20                         | 0,8              | 1,5                        |                    |
|                    |                 |              |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                              |                  |                            |                    |
|                    | CNMG 090304E-FM | CNMG 321E-FM |                       |      |      |      | ○    | •    | •    |      |      | 0,4  | 0,10           | 0,30                         | 0,5              | 6,3                        |                    |
|                    | CNMG 090308E-FM | CNMG 322E-FM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 0,8  | 0,10           | 0,45                         | 0,8              | 3,0                        |                    |
|                    | CNMG 120404E-FM | CNMG 431E-FM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 0,4  | 0,10           | 0,30                         | 0,5              | 3,0                        |                    |
|                    | CNMG 120408E-FM | CNMG 432E-FM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 0,8  | 0,15           | 0,45                         | 0,8              | 3,0                        |                    |
|                    | CNMG 120412E-FM | CNMG 433E-FM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 1,2  | 0,15           | 0,45                         | 1,2              | 4,0                        |                    |
|                    | CNMG 120408E-RM | CNMG 432E-RM |                       |      |      | •    | •    | •    | •    |      |      | 0,8  | 0,20           | 0,50                         | 1,0              | 7,0                        |                    |
|                    | CNMG 120412E-RM | CNMG 433E-RM |                       |      |      | •    | •    | •    | •    |      |      | 1,2  | 0,25           | 0,70                         | 1,5              | 7,0                        |                    |
|                    | CNMG 120416E-RM | CNMG 434E-RM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 1,6  | 0,30           | 0,75                         | 2,0              | 7,0                        |                    |
|                    | CNMG 160608E-RM | CNMG 542E-RM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 0,8  | 0,20           | 0,50                         | 1,0              | 8,0                        |                    |
|                    | CNMG 160612E-RM | CNMG 543E-RM |                       |      |      | •    | •    | •    | •    |      |      | 1,2  | 0,25           | 0,70                         | 1,5              | 8,0                        |                    |
|                    | CNMG 160616E-RM | CNMG 544E-RM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 1,6  | 0,30           | 0,80                         | 2,0              | 8,0                        |                    |
|                    | CNMG 190608E-RM | CNMG 642E-RM |                       |      |      |      | •    | •    | •    |      |      | 0,8  | 0,20           | 0,50                         | 1,0              | 10,0                       |                    |
|                    |                 |              |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                              |                  |                            |                    |

## PŘÍLOHA 4 (2/10) - NÁSTROJE

Soustružnický nůž DDJNR 2020 K 11 (firma Pramet Tools, s.r.o.).



NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

| ISO               | R/L | Rozměry / Rozmery [mm] |    |    |                |                  |  |  |                  | kg | NO   | VBD<br>VRD |                  |
|-------------------|-----|------------------------|----|----|----------------|------------------|--|--|------------------|----|------|------------|------------------|
|                   |     | h=h <sub>1</sub>       | b  | f  | l <sub>1</sub> | l <sub>max</sub> |  |  | λ <sub>1</sub> ° |    |      |            | γ <sub>1</sub> ° |
| DDJNR/L 2020 K 11 | •/• | 20                     | 20 | 25 | 125            | 35               |  |  | -6               | -6 | 0,40 | DD11       | DNM 1104...E     |
| DDJNR/L 2020 K 15 | •/• | 20                     | 20 | 25 | 125            | 40               |  |  | -6               | -6 | 0,40 | DD15       | DNM 1506...E     |
| DDJNR/L 2525 M 11 | •/• | 25                     | 25 | 32 | 150            | 35               |  |  | -6               | -6 | 0,70 | DD11       | DNM 1104...E     |
| DDJNR/L 2525 M 15 | •/• | 25                     | 25 | 32 | 150            | 40               |  |  | -6               | -6 | 0,70 | DD15       | DNM 1506...E     |
| DDJNR/L 3225 P 15 | •/• | 32                     | 25 | 32 | 170            | 40               |  |  | -6               | -6 | 1,00 | DD15       | DNM 1506...E     |

Vyměnitelná břitová destička DNMG 110404-FF (firma Pramet Tools, s.r.o.).

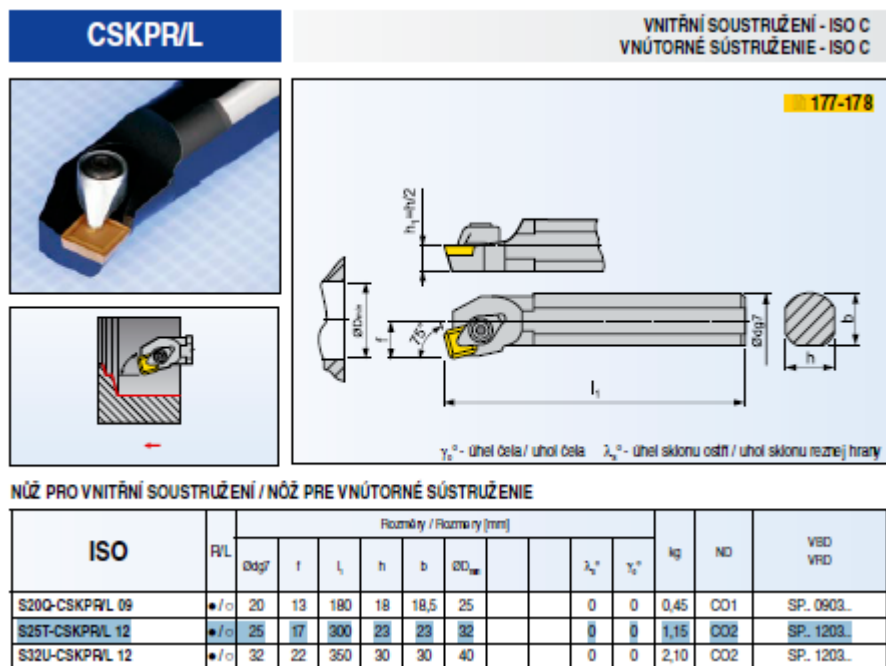
| VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY<br>VYMNENITELNÉ REZNÉ DOŠTIČKY |                     |      |       |      |      |
|---|---------------------|------|-------|------|------|
| DNMG  | Velikost<br>Veľkosť | (l)  | d     | d1   | s    |
|   |                     |      |       |      |      |
|   | 1104                | 11,6 | 9,525 | 3,81 | 4,76 |
|   | 1504                | 15,5 | 12,7  | 5,16 | 4,76 |
|   | 1506                | 15,5 | 12,7  | 5,16 | 6,35 |
|   |                     |      |       |      |      |
|   |                     |      |       |      |      |
|   |                     |      |       |      |      |
|   |                     |      |       |      |      |
|   |                     |      |       |      |      |
|   |                     |      |       |      |      |

Nástroje viz str. / Nástroje viz str.: 18, 33-35, 50, 74

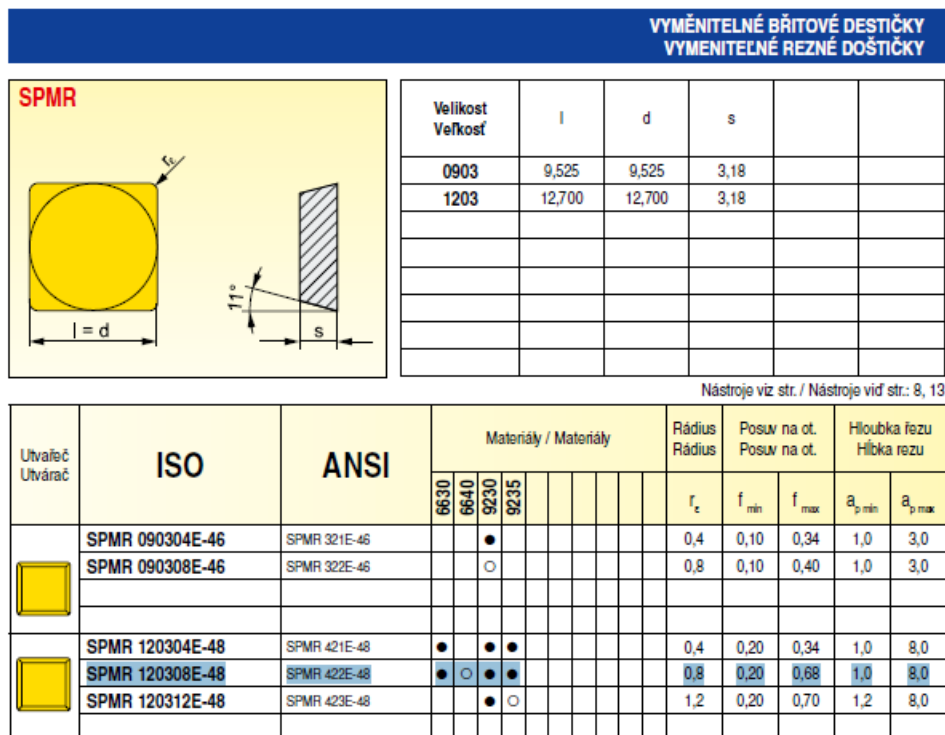
| Utvářec<br>Utvárac | ISO             | ANSI            | Materiály / Materiály |      |      |      |      |      |      |      | Rádus<br>Rádus |                | Posuv na ot.<br>Posuv na ot. |                  | Hloubka řezu<br>Hĺbka rezu |                    |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
|                    |                 |                 | 6605                  | 6615 | 6630 | 6640 | 6610 | 6620 | 6635 | 6616 | 6609           | r <sub>s</sub> | f <sub>min</sub>             | f <sub>max</sub> | a <sub>p min</sub>         | a <sub>p max</sub> |
|                    | DNMG 110402E-FF | DNMG 350.5JE-FF |                       |      |      |      |      |      |      | ●    | ●              | 0,2            | 0,06                         | 0,12             | 0,2                        | 1,5                |
|                    | DNMG 110404E-FF | DNMG 351E-FF    |                       |      |      |      |      |      |      | ●    | ●              | 0,4            | 0,06                         | 0,20             | 0,4                        | 1,5                |
|                    | DNMG 110408E-FF | DNMG 352E-FF    |                       |      |      |      |      |      |      | ○    | ○              | 0,8            | 0,08                         | 0,25             | 0,8                        | 1,5                |
|                    | DNMG 150404E-FF | DNMG 431E-FF    |                       |      |      |      |      |      |      | ●    | ●              | 0,4            | 0,06                         | 0,20             | 0,4                        | 1,5                |
|                    | DNMG 150604E-FF | DNMG 441E-FF    |                       |      |      |      |      |      |      | ●    | ●              | 0,4            | 0,06                         | 0,20             | 0,4                        | 1,5                |
|                    | DNMG 150608E-FF | DNMG 442E-FF    |                       |      |      |      |      |      |      | ●    | ●              | 0,8            | 0,08                         | 0,25             | 0,8                        | 1,5                |

## PŘÍLOHA 4 (3/10) - NÁSTROJE

Soustružnický nůž S25T-CSKPR 12 (firma Pramet Tools, s.r.o.).



Vyměnitelná břitová destička SPMR 120308E-48 (firma Pramet Tools, s.r.o.).





## PŘÍLOHA 4 (4/10) - NÁSTROJE

Vrták ČSN 22 1121 (firma BOS HK, a.s.).



### Vrtáky šroubovité s válcovou stopkou

ČSN 22 1121

**Provedení:** Materiál rychlořezná ocel HSS, Ø 2,0 až 20,0 mm tvářený za tepla; pasivovaný.  
Průměrová tolerance h8, kuželový podbrus, úhel špičky 118°.

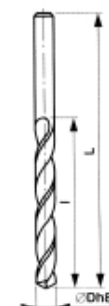
**Použití:** Stabilní, tuhé vrtáky s dobrou trvanlivostí břitů, doporučené pro běžné vrtání v součástkách z nelegované a legované oceli, ocelolity do pevnosti 900 N/mm<sup>2</sup>, šedé, temperované i tvárné litiny, spékané oceli, hliníkové slitiny s krátkou třískou, bronz, houževnaté mosazi apod.

| ØD<br>mm | L<br>mm | I<br>mm |
|----------|---------|---------|
| 2,00     | 49      | 24      |
| 2,10     | 49      | 24      |
| 2,20     | 53      | 27      |
| 2,25     | 53      | 27      |
| 2,30     | 53      | 27      |
| 2,40     | 57      | 30      |
| 2,50     | 57      | 30      |
| 2,60     | 57      | 30      |
| 2,70     | 61      | 33      |
| 2,75     | 61      | 33      |
| 2,80     | 61      | 33      |
| 2,90     | 61      | 33      |
| 3,00     | 61      | 33      |
| 3,10     | 65      | 36      |
| 3,20     | 65      | 36      |
| (3,25)   | 65      | 36      |
| 3,30     | 65      | 36      |
| 3,40     | 70      | 39      |
| 3,50     | 70      | 39      |
| 3,60     | 70      | 39      |
| 3,70     | 70      | 39      |
| (3,75)   | 70      | 39      |
| 3,80     | 75      | 43      |
| 3,90     | 75      | 43      |
| 4,00     | 75      | 43      |
| 4,10     | 75      | 43      |
| 4,20     | 75      | 43      |
| (4,25)   | 75      | 43      |
| 4,30     | 80      | 47      |
| 4,40     | 80      | 47      |
| 4,50     | 80      | 47      |
| 4,60     | 80      | 47      |
| 4,70     | 80      | 47      |
| (4,75)   | 80      | 47      |
| 4,80     | 86      | 52      |
| 4,90     | 86      | 52      |
| 5,00     | 86      | 52      |
| 5,10     | 86      | 52      |
| 5,20     | 86      | 52      |
| (5,25)   | 86      | 52      |
| 5,30     | 86      | 52      |
| 5,40     | 93      | 57      |
| 5,50     | 93      | 57      |
| 5,60     | 93      | 57      |

| ØD<br>mm | L<br>mm | I<br>mm |
|----------|---------|---------|
| 5,70     | 93      | 57      |
| (5,75)   | 93      | 57      |
| 5,80     | 93      | 57      |
| 5,90     | 93      | 57      |
| 6,00     | 93      | 57      |
| 6,10     | 101     | 63      |
| 6,20     | 101     | 63      |
| (6,25)   | 101     | 63      |
| 6,30     | 101     | 63      |
| 6,40     | 101     | 63      |
| 6,50     | 101     | 63      |
| 6,60     | 101     | 63      |
| 6,70     | 101     | 63      |
| (6,75)   | 109     | 69      |
| 6,80     | 109     | 69      |
| 6,90     | 109     | 69      |
| 7,00     | 109     | 69      |
| 7,10     | 109     | 69      |
| 7,20     | 109     | 69      |
| (7,25)   | 109     | 69      |
| 7,30     | 109     | 69      |
| 7,40     | 109     | 69      |
| 7,50     | 109     | 69      |
| 7,60     | 117     | 75      |
| 7,70     | 117     | 75      |
| (7,75)   | 117     | 75      |
| 7,80     | 117     | 75      |
| 7,90     | 117     | 75      |
| 8,00     | 117     | 75      |
| 8,10     | 117     | 75      |
| 8,20     | 117     | 75      |
| (8,25)   | 117     | 75      |
| 8,30     | 117     | 75      |
| 8,40     | 117     | 75      |
| 8,50     | 117     | 75      |
| 8,60     | 125     | 81      |
| 8,70     | 125     | 81      |
| (8,75)   | 125     | 81      |
| 8,80     | 125     | 81      |
| 8,90     | 125     | 81      |
| 9,00     | 125     | 81      |
| 9,10     | 125     | 81      |
| 9,20     | 125     | 81      |
| (9,25)   | 125     | 81      |

| ØD<br>mm | L<br>mm | I<br>mm |
|----------|---------|---------|
| 9,30     | 125     | 81      |
| 9,40     | 125     | 81      |
| 9,50     | 125     | 81      |
| 9,60     | 133     | 87      |
| 9,70     | 133     | 87      |
| (9,75)   | 133     | 87      |
| 9,80     | 133     | 87      |
| 9,90     | 133     | 87      |
| 10,00    | 133     | 87      |
| 10,10    | 133     | 87      |
| 10,20    | 133     | 87      |
| (10,25)  | 133     | 87      |
| 10,30    | 133     | 87      |
| 10,40    | 133     | 87      |
| 10,50    | 133     | 87      |
| 10,60    | 133     | 87      |
| 10,70    | 142     | 94      |
| (10,75)  | 142     | 94      |
| 10,80    | 142     | 94      |
| 10,90    | 142     | 94      |
| 11,00    | 142     | 94      |
| 11,10    | 142     | 94      |
| 11,20    | 142     | 94      |
| (11,25)  | 142     | 94      |
| 11,30    | 142     | 94      |
| 11,40    | 142     | 94      |
| 11,50    | 142     | 94      |
| 11,60    | 142     | 94      |
| 11,70    | 142     | 94      |
| (11,75)  | 142     | 94      |
| 11,80    | 142     | 94      |
| 11,90    | 151     | 101     |
| 12,00    | 151     | 101     |
| 12,10    | 151     | 101     |
| 12,20    | 151     | 101     |
| (12,25)  | 151     | 101     |
| 12,30    | 151     | 101     |
| 12,40    | 151     | 101     |
| 12,50    | 151     | 101     |
| 12,60    | 151     | 101     |
| 12,70    | 151     | 101     |
| (12,75)  | 151     | 101     |
| 12,80    | 151     | 101     |
| 12,90    | 151     | 101     |

| ØD<br>mm | L<br>mm | I<br>mm |
|----------|---------|---------|
| 13,00    | 151     | 101     |
| 13,10    | 151     | 101     |
| 13,20    | 151     | 101     |
| 13,30    | 160     | 108     |
| 13,40    | 160     | 108     |
| 13,50    | 160     | 108     |
| 13,60    | 160     | 108     |
| 13,70    | 160     | 108     |
| (13,75)  | 160     | 108     |
| 13,80    | 160     | 108     |
| 13,90    | 160     | 108     |
| 14,00    | 160     | 108     |
| (14,10)  | 169     | 114     |
| 14,20    | 169     | 114     |
| 14,25    | 169     | 114     |
| (14,30)  | 169     | 114     |
| 14,40    | 169     | 114     |
| 14,50    | 169     | 114     |
| (14,60)  | 169     | 114     |
| 14,70    | 169     | 114     |
| 14,75    | 169     | 114     |
| (14,80)  | 169     | 114     |
| 14,90    | 169     | 114     |
| 15,00    | 169     | 114     |
| 15,25    | 178     | 120     |
| 15,50    | 178     | 120     |
| 15,75    | 178     | 120     |
| 16,00    | 178     | 120     |
| 16,25    | 185     | 125     |
| 16,50    | 185     | 125     |
| 16,75    | 185     | 125     |
| 17,00    | 195     | 130     |
| 17,25    | 195     | 130     |
| 17,50    | 195     | 130     |
| 17,75    | 195     | 130     |
| 18,00    | 195     | 130     |
| 18,25    | 200     | 135     |
| 18,50    | 200     | 135     |
| 18,75    | 200     | 135     |
| 19,00    | 200     | 135     |
| 19,25    | 205     | 140     |
| 19,50    | 205     | 140     |
| 19,75    | 205     | 140     |
| 20,00    | 205     | 140     |



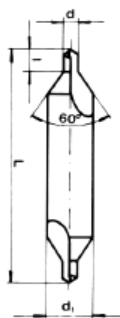
## PŘÍLOHA 4 (5/10) - NÁSTROJE

Středící vrták ČSN 22 1110 (firma BOS HK, a.s.).

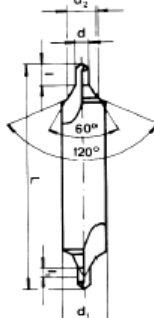
Vrtáky středící 60°

tvár A – ČSN 22 1110, tvár B – ČSN 22 1112, tvár R – ČSN 22 1116

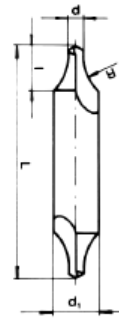
| tvár A ČSN 22 1110 |         |   |
|--------------------|---------|---|
| Jmen. průměr<br>d  | L<br>mm | Průměr upínací stopky<br>d <sub>1</sub> |
| 1                  | 31,5    | 3,15                                    |
| 1,6                | 35,5    | 4                                       |
| 2                  | 40      | 5                                       |
| 2,5                | 45      | 6,3                                     |
| 3,15               | 50      | 8                                       |
| 4                  | 56      | 10                                      |
| 5                  | 63      | 12,5                                    |
| 6,3                | 71      | 16                                      |



| tvár B ČSN 22 1112 |         |   |
|--------------------|---------|---|
| Jmen. průměr<br>d  | L<br>mm | Průměr upínací stopky<br>d <sub>1</sub> |
| 1                  | 35,5    | 4                                       |
| 1,6                | 45      | 6,3                                     |
| 2                  | 50      | 8                                       |
| 2,5                | 56      | 10                                      |
| 3,15               | 60      | 11,2                                    |
| 4                  | 67      | 14                                      |



| tvár R ČSN 22 1116 |         |   |                       |
|--------------------|---------|---|-----------------------|
| Jmen. průměr<br>d  | L<br>mm | Průměr upínací stopky<br>d <sub>1</sub> | Poloměr zaoblení<br>R |
| 1                  | 31,5    | 3,15                                    | 3,15                  |
| 1,6                | 35,5    | 4                                       | 5                     |
| 2                  | 40      | 5                                       | 6,3                   |
| 2,5                | 45      | 6,3                                     | 8                     |
| 3,15               | 50      | 8                                       | 10                    |
| 4                  | 56      | 10                                      | 12,5                  |
| 5                  | 63      | 12,5                                    | 16                    |
| 6,3                | 71      | 16                                      | 20                    |



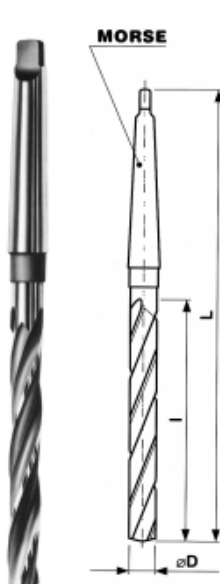
Výhrubník ČSN 22 1482 (firma BOS HK, a.s.).

Výhrubníky šroubovitě tříbřité s kuželovou stopkou

ČSN 22 1482

**Provedení:** Materiál výkonná rychlořezná ocel HSS. Provedení tříbřité s jmenovitým rozměrem v toleranci H11 nebo s rozměrem zmenšeným o přídavek pro následné přesnější opracování.

**Použití:** Nástroj tuhé konstrukce pro opracování předvrtaných, odlitých nebo předlisovaných děr. Tříbřité provedení zvyšuje přesnost obráběných děr, zejména jejich kruhovitost.



| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 8,8       | 162     | 81      | 1     |
| 9 H11     | 162     | 81      | 1     |
| 9,8       | 168     | 87      | 1     |
| 10 H11    | 168     | 87      | 1     |
| 10,75     | 175     | 94      | 1     |
| 11 H11    | 175     | 94      | 1     |
| 11,75     | 175     | 94      | 1     |
| 12 H11    | 182     | 101     | 1     |
| 12,75     | 182     | 101     | 1     |
| 13 H11    | 182     | 101     | 1     |
| 13,75     | 189     | 108     | 1     |
| 14 H11    | 189     | 108     | 1     |
| 14,75     | 212     | 114     | 2     |
| 15 H11    | 212     | 114     | 2     |
| 15,75     | 218     | 120     | 2     |
| 16 H11    | 218     | 120     | 2     |
| 16,75     | 223     | 125     | 2     |
| 17 H11    | 223     | 125     | 2     |
| 17,75     | 228     | 130     | 2     |
| 18 H11    | 228     | 130     | 2     |

| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 18,7      | 233     | 135     | 2     |
| 19 H11    | 233     | 135     | 2     |
| 19,7      | 238     | 140     | 2     |
| 20 H11    | 238     | 140     | 2     |
| 21,7      | 248     | 150     | 2     |
| 22 H11    | 248     | 150     | 2     |
| 23,7      | 281     | 160     | 3     |
| 24 H11    | 281     | 160     | 3     |
| 24,7      | 281     | 160     | 3     |
| 25 H11    | 281     | 160     | 3     |
| 25,7      | 286     | 165     | 3     |
| 26 H11    | 286     | 165     | 3     |
| 27,7      | 291     | 170     | 3     |
| 28 H11    | 291     | 170     | 3     |
| 29,7      | 296     | 175     | 3     |
| 30 H11    | 296     | 175     | 3     |
| 31,6      | 306     | 185     | 3     |
| 32 H11    | 334     | 185     | 4     |
| 33,6      | 339     | 190     | 4     |
| 34 H11    | 339     | 190     | 4     |

| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 34,6      | 339     | 190     | 4     |
| 35 H11    | 339     | 190     | 4     |
| 35,6      | 334     | 195     | 4     |
| 36 H11    | 334     | 195     | 4     |
| 37,6      | 349     | 200     | 4     |
| 38 H11    | 349     | 200     | 4     |
| 39,6      | 349     | 200     | 4     |
| 40 H11    | 349     | 200     | 4     |
| 41,6      | 354     | 205     | 4     |
| 42 H11    | 354     | 205     | 4     |
| 43,6      | 359     | 210     | 4     |
| 44 H11    | 359     | 210     | 4     |
| 44,6      | 359     | 210     | 4     |
| 45 H11    | 359     | 210     | 4     |
| 45,6      | 364     | 215     | 4     |
| 46 H11    | 364     | 215     | 4     |
| 47,6      | 369     | 220     | 4     |
| 48 H11    | 369     | 220     | 4     |
| 49,6      | 369     | 220     | 4     |
| 50 H11    | 369     | 220     | 4     |

## PŘÍLOHA 4 (6/10) - NÁSTROJE

Výstružník ČSN 22 1431 (firma BOS HK, a.s.).

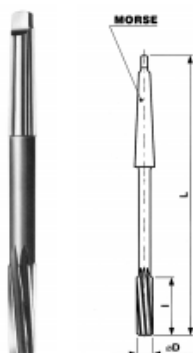


Výstružníky strojní se zuby ve šroubovici s kuželovou stopkou

ČSN 22 1431

**Provedení:** Materiál výkonná rychlořezná ocel HSS. Zuby v levé šroubovici 7° stejnoměrnou roztečí. Výstružníky se vyrábějí pro díry s mezními úchytkami H7 a H8, případně jiné dle požadavku zákazníka.

**Použití:** Strojní vystružování děr v železných a neželezných kovech, jejich slitinách a plastických hmotách.



| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 6         | 138     | 26      | 1     |
| 7         | 150     | 31      | 1     |
| 8         | 156     | 33      | 1     |
| 9         | 162     | 36      | 1     |
| 10        | 168     | 38      | 1     |
| 11        | 175     | 41      | 1     |
| 12        | 182     | 44      | 1     |
| 13        | 182     | 44      | 1     |
| 14        | 189     | 47      | 1     |

| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 15        | 204     | 50      | 2     |
| 16        | 210     | 52      | 2     |
| 17        | 214     | 54      | 2     |
| 18        | 219     | 56      | 2     |
| 19        | 223     | 58      | 2     |
| 20        | 228     | 60      | 2     |
| 21        | 232     | 62      | 2     |
| 22        | 237     | 64      | 2     |
| 23        | 241     | 66      | 2     |

| Ø D<br>mm | L<br>mm | I<br>mm | MORSE |
|-----------|---------|---------|-------|
| 24        | 268     | 68      | 3     |
| 25        | 268     | 68      | 3     |
| 26        | 273     | 70      | 3     |
| 27        | 277     | 71      | 3     |
| 28        | 277     | 71      | 3     |
| 29        | 281     | 73      | 3     |
| 30        | 281     | 73      | 3     |
| 31        | 285     | 75      | 3     |
| 32        | 317     | 77      | 4     |

Obrázeční nůž ČSN 22 3681 (firma Strojírny Poldi Kladno).

### Obrázeční nůž Slotting tools

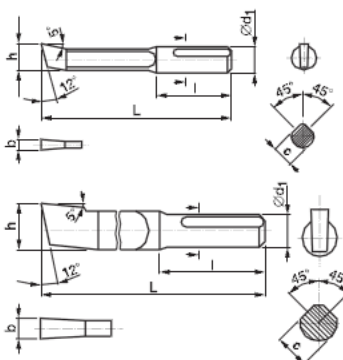
| b<br>mm | h<br>mm | Ød <sub>1</sub><br>mm | I<br>mm | c<br>mm | L<br>mm | Code<br>223681 |
|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|----------------|
| 2       | 6,5     | 12                    | 40      | 11,6    | 70      | 2×12×70        |
| 3       | 7,5     | 12                    | 40      | 11,6    | 75      | 3×12×75        |
| 4       | 9       | 12                    | 40      | 11,6    | 90      | 4×12×90        |
| 5       | 11      | 12                    | 40      | 11,6    | 100     | 5×12×100       |
| 6       | 16      | 18                    | 56      | 17,4    | 130     | 6×18×130       |
| 7       | 17      | 18                    | 56      | 17,4    | 140     | 7×18×140       |
| 8       | 19      | 18                    | 56      | 17,4    | 150     | 8×18×150       |
| 10      | 24      | 18                    | 56      | 17,4    | 165     | 10×18×165      |
| 12      | 27      | 22                    | 80      | 21,2    | 200     | 12×22×200      |
| 14      | 28      | 22                    | 80      | 21,2    | 220     | 14×22×220      |
| 16      | 28      | 22                    | 80      | 21,2    | 240     | 16×22×240      |
| 18      | 30      | 22                    | 80      | 21,2    | 250     | 18×22×250      |
| 20      | 30      | 22                    | 80      | 21,2    | 260     | 20×22×260      |



1

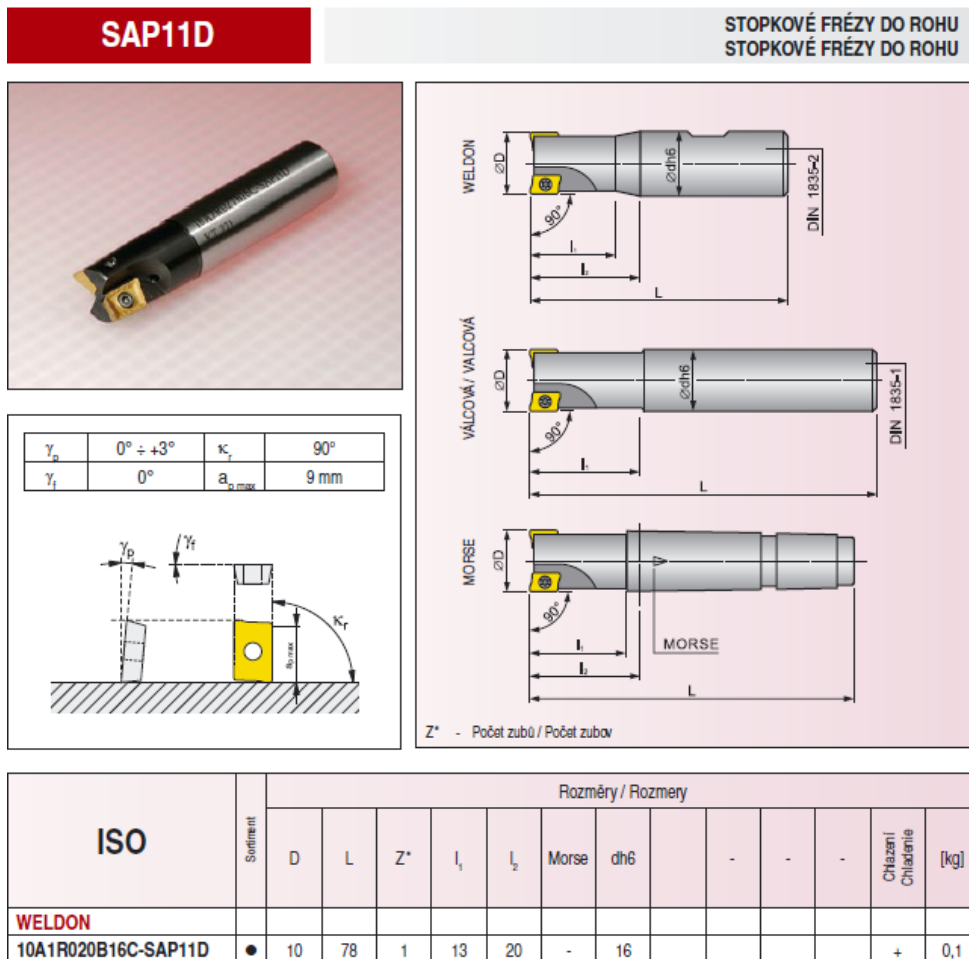
OBRÁŽECÍ NŮŽ DRÁŽKOVACÍ  
SLOTING FLUTING TOOL

223681

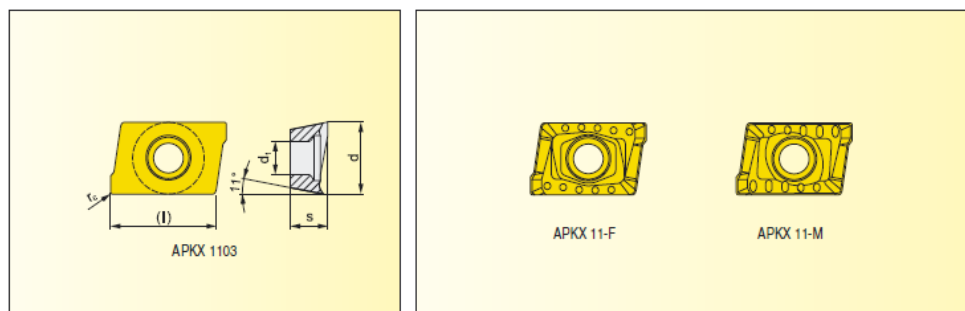


## PŘÍLOHA 4 (7/10) - NÁSTROJE

Stopková fréza 10A1R020B16C-SAP11D (firma Pramet Tools, s.r.o.).



Vyměnitelná břitová destička APKX 1103PDER-M (firma Pramet Tools, s.r.o.).

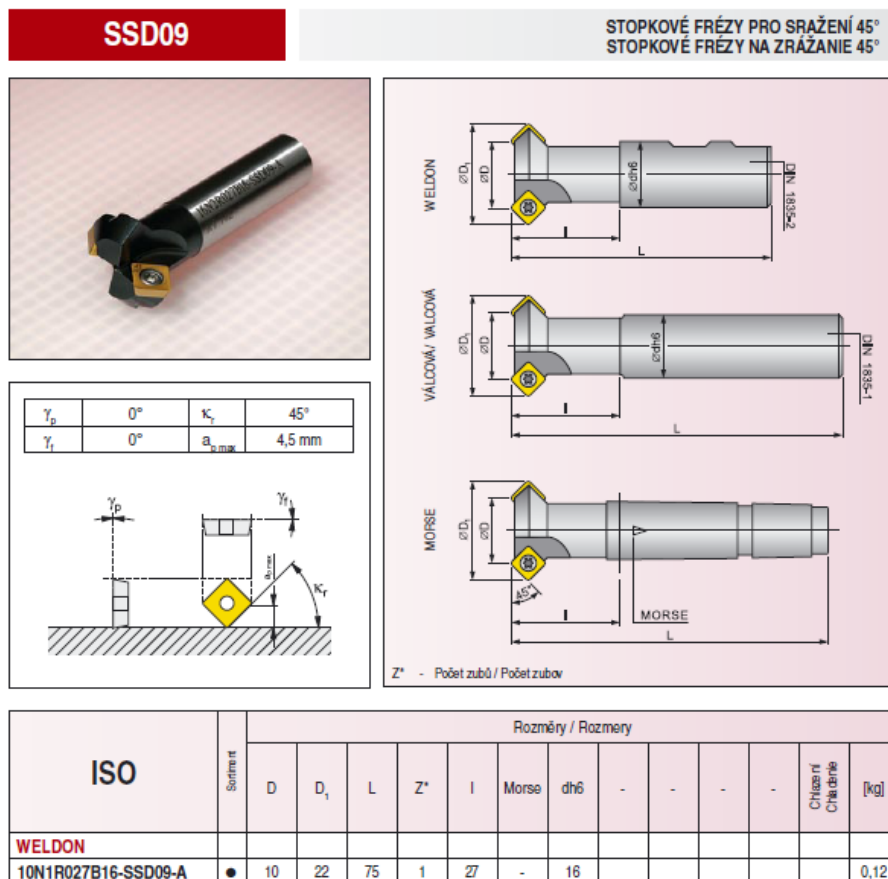


VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY (VBD) / VYMĚNITELNÉ REZNÉ DOŠTIČKY (VRD)

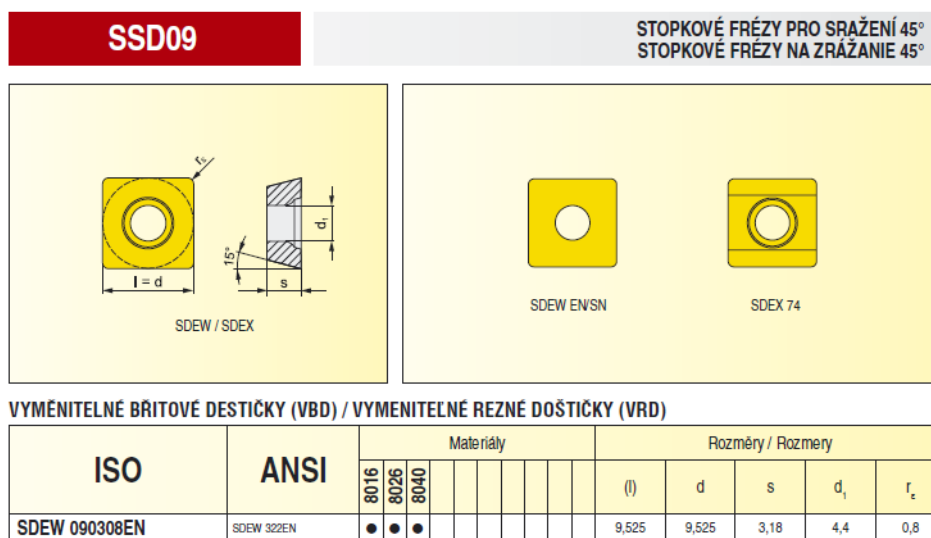
| ISO             | ANSI         | Materiály |      |      |      |  |  |  |  | Rozměry / Rozmery |      |     |                |                |
|-----------------|--------------|-----------|------|------|------|--|--|--|--|-------------------|------|-----|----------------|----------------|
|                 |              | 5026      | 8016 | 8026 | 8040 |  |  |  |  | l                 | d    | s   | d <sub>1</sub> | r <sub>e</sub> |
| APKX 1103PDER-F | APKX-2PDER-F | ●         | ●    | ●    | ●    |  |  |  |  | 9,7               | 6,35 | 3,5 | 2,8            | 0,6            |
| APKX 1103PDER-M | APKX-2PDER-M | ●         | ●    | ●    | ●    |  |  |  |  | 9,7               | 6,35 | 3,5 | 2,8            | 0,6            |

## PŘÍLOHA 4 (8/10) - NÁSTROJE

Stopková fréza pro sražení 45°- 10N1R027B16-SSD09-A (firma Pramet Tools, s.r.o.).



Vyměnitelná břitová destička SDEW 090308EN (firma Pramet Tools, s.r.o.).



## PŘÍLOHA 4 (9/10) - NÁSTROJE

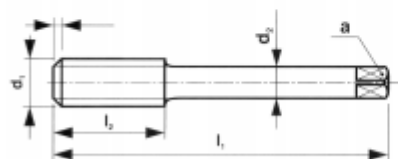
Závítník ČSN 22 3043 (firma BOS HK, a.s.).

### Strojní závitníky

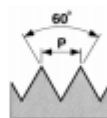
ČSN 223043 M - HSSE

Metrický závit ISO

Rozsah: M3-M27



Př. objednávky: ČSN 223043-6700 - M3 - 1 ks



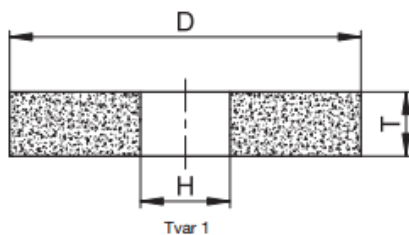
Použití: B

Brousicí kotouč 89A 80 J8 AV217 (firma Tyrolit).

### Nelegované a nízkolegované oceli



|     | Alu | Nelegované<br>a nízko legované oceli |        | Vysoko legované oceli |        | HSS | Nerez | Tvrdokovy | Průmysl.<br>keramika | Litina | Broušení<br>za sucha | Broušení<br>za mokra |
|-----|-----|--------------------------------------|--------|-----------------------|--------|-----|-------|-----------|----------------------|--------|----------------------|----------------------|
|     |     | Nekalené                             | Kalené | Nekalené              | Kalené |     |       |           |                      |        |                      |                      |
| 89A |     | ●                                    | ●      | ●                     | ●      | ○   |       |           |                      |        |                      | ●                    |
| 93A |     |                                      | ●      |                       | ●      | ●   |       |           |                      |        |                      | ●                    |



### Doporučená skladová položka – tvar 1

| OBJ. Č. | TVAR | D   | T  | H     | SPECIFIKACE     | Min. obj. | POZNÁMKY |
|---------|------|-----|----|-------|-----------------|-----------|----------|
| 566308  | 1    | 205 | 13 | 31,75 | 89A 46 I8 AV217 | 1         |          |
| 664544  | 1    | 205 | 13 | 31,75 | 89A 80 J8 AV217 | 1         |          |
| 8673    | 1    | 205 | 13 | 31,75 | 93A 46 H8 AV217 | 1         |          |
| 498701  | 1    | 225 | 25 | 51    | 89A 46 I8 AV217 | 1         |          |
| 664545  | 1    | 225 | 25 | 51    | 89A 80 J8 AV217 | 1         |          |

## PŘÍLOHA 4 (10/10) - NÁSTROJE

Pilový pás 2490x20x0,9 M42 4z (firma Karas).



Pilové pásy on-line, tel: 605 277 628

**2490x20x0,9 M42 4z pilový pás**




**2490x20x0,9 M42 4z pilový pás**

Pilový pás na kov 2490x20x0,9 M42 4 zuby na palec tpi, zpz. Bimetalový pilový pás s velkou životností. Pilový pás zabihejte! Volejte v případě dotazů! Tento pás je určen pro pásovou pilu Pilous ARG 200, ARG 200 PLUS.

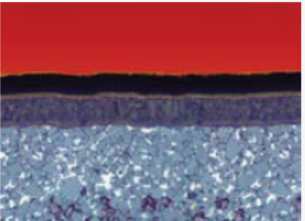


## PŘÍLOHA 5 - POVLAKOVANÉ MATERIÁLY

Materiál 8016<sup>20</sup>.

| 8016  | 10 | 20 | 30 | 40 | P | M | K | N | S | H | popis materiálu   |
|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
|  |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nejotěruvzdornější člen řady 8000</li> <li>- submikronový substrát bez kubických karbidů (typ H) s nízkým obsahem kobaltu</li> <li>- nanostrukturní povlak nanesený metodou PVD</li> <li>- pro operace charakterizované vysokou tepelnou zátěží</li> <li>- z hlediska obráběných materiálů velmi univerzální (využitelný pro všechny skupiny)</li> <li>- malé až střední průřezy třísek</li> <li>- vysoké řezné rychlosti</li> <li>- stabilní záběrové podmínky</li> </ul> |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- najotěruvzdornější člen řady 8000</li> <li>- submikronový substrát bez kubických karbidů (typ H) s nízkým obsahem kobaltu</li> <li>- nanostrukturní povlak nanesený metodou PVD</li> <li>- pro operace charakterizované vysokou tepelnou zátěží</li> <li>- z hlediska obráběných materiálů velmi univerzální (využitelný pro všechny skupiny)</li> <li>- malé až střední průřezy třísek</li> <li>- vysoké řezné rychlosti</li> <li>- stabilní záběrové podmínky</li> </ul> |

Materiál 9230<sup>20</sup>.

| 9230  | 10 | 20 | 30 | 40 | P | M | K | N | S | H | popis materiálu   |
|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
|  |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nejuniverzálnější materiál nové generace - řady 9000</li> <li>- funkčně gradientní substrát</li> <li>- moderní středně silný speciální MTCVD povlak</li> <li>- speciální úprava po povlaku</li> <li>- dokončovací až hrubovací soustružení</li> <li>- obrábění materiálů skupin P, M dále K a podmíněně aplikovatelný i pro skupinu S</li> <li>- střední a vyšší řezné rychlosti</li> <li>- kontinuální i přerušovaný řez</li> </ul> |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- najuniverzálnější materiál nové generace - řady 9000</li> <li>- funkčně gradientní substrát</li> <li>- moderní středně silný speciální MTCVD povlak</li> <li>- speciální úprava po povlaku</li> <li>- dokončovací až hrubovací soustružení</li> <li>- obrábění materiálů skupin P, M dále K a podmíněně aplikovatelný i pro skupinu S</li> <li>- střední a vyšší řezné rychlosti</li> <li>- kontinuální i přerušovaný řez</li> </ul> |